



**TUGAS AKHIR - IS184853**

# **PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE- BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM**

## ***DECISION SUPPORT SYSTEM DEVELOPMENT FOR STOCK INVESTMENT USING TYPE-2 FUZZY RULE-BASED SYSTEM***

**NISRINA FADHILAH FANO**  
**NRP 05211540000057**

**Dosen Pembimbing I**  
**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**Dosen Pembimbing II**  
**Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**  
**Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2019**



**TUGAS AKHIR - IS184853**

# **PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE- BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM**

**NISRINA FADHILAH FANO**  
**NRP 05211540000057**

**Dosen Pembimbing I**  
**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**Dosen Pembimbing II**  
**Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**  
**Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2019**



**FINAL PROJECT - IS184853**

***DECISION SUPPORT SYSTEM DEVELOPMENT FOR  
STOCK INVESTMENT USING TYPE-2 FUZZY RULE-  
BASED SYSTEM***

**NISRINA FADHILAH FANO**  
**NRP 05211540000057**

**Supervisors I**  
**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**Supervisors II**  
**Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.**

**INFORMATION SYSTEMS DEPARTMENT**  
**Information Technology and Communication Faculty**  
**Sepuluh Nopember Institut of Technology**  
**Surabaya 2019**









## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM

#### TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer

pada

Departemen Sistem Informasi

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NISRINA FADHILAH FANO**

NRP. 05211540000057

Surabaya, Januari 2019

**KEPALA**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**



**Mahendrawati ER, S.T., M.Sc., Ph.D**

NIP. 19761011 200604 2 001



## LEMBAR PERSETUJUAN

### PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM

#### TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

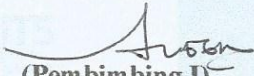
Oleh :

**NISRINA FADHILAH FANO**

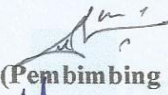
NRP. 05211540000057

Disetujui oleh Tim Penguji : Tanggal Ujian : Januari 2019  
Periode Wisuda : Maret 2019

**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

  
(Pembimbing I)

**Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.** (Pembimbing II)



**Ahmad Muklasari, S.Kom., M.Sc., Ph.D.** (Penguji I)



**Radityo Prasetyanto W, S.Kom., M.Kom.** (Penguji II)









# **PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE- BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM**

**Nama Mahasiswa** : NISRINA FADHILAH FANO  
**NRP** : 05211540000057  
**Departemen** : SISTEM INFORMASI FTIK-ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom  
**Dosen Pembimbing 2** : Faizal Mahananto, S.Kom.,  
M.Eng., Ph.D.

## **ABSTRAK**

*Pasar modal merupakan suatu wadah yang mempertemukan pihak – pihak yang membutuhkan sarana investasi pada produk berjenis keuangan dengan pihak – pihak yang membutuhkan dana jangka panjang. Salah satu produk yang diperjualbelikan pada pasar modal adalah saham. Saham merupakan bukti kepemilikan suatu perusahaan yang merupakan klaim atas penghasilan dan kekayaan perseoran. Permasalahan yang sering muncul dalam pasar saham adalah keputusan yang harus diambil oleh para pelaku bisnis saham dan investor yang berkaitan dengan harga saham, agar para pelaku bisnis saham dan investor tidak terkena risiko kerugian pada saat harga saham turun dan dapat memanfaatkan keuntungan dari kenaikan harga saham. Terdapat tiga jenis keputusan yang dapat diambil oleh para investor saham, yaitu Sell, Hold, dan Buy. Apabila rekomendasi keputusan yang dihasilkan adalah Sell, maka langkah yang sebaiknya dilakukan investor adalah menjual sebagian saham yang dimiliki. Sedangkan apabila hasil rekomendasi keputusan adalah Hold, maka sebaiknya investor tidak melakukan apapun terhadap saham yang dimiliki. Untuk hasil rekomendasi jenis keputusan terakhir,*

*Buy, hal yang sebaiknya dilakukan investor adalah menambah jumlah kepemilikan saham untuk memaksimalkan keuntungan.*

*Penelitian ini bertujuan untuk membantu para pelaku bisnis saham dan investor saham dalam pengambilan keputusan yang harus diambil dengan membuat sebuah sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode Type-2 Fuzzy Rule-Based System. Sistem menghasilkan keputusan yang didasari oleh data masa lalu dan prediksi data harga saham. Data harga saham dikumpulkan dari sebuah situs bursa saham. Data saham yang dikumpulkan akan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu data training dan data testing. Data training berfungsi untuk pembuatan model, sedangkan data testing digunakan untuk menguji akurasi model. Data harga saham hasil peramalan akan digunakan sebagai komponen dalam pembuatan keputusan oleh sistem. Proses pembuatan model dilakukan dengan menggunakan 14 variabel, yaitu harga saham penutup, harga saham pembuka, harga saham tertinggi, harga saham terendah, dan nilai 9 indikator teknikal saham, yaitu Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Moving Average (MA), Average Directional Index (ADX), Positive Directional Movement (DI +), Negative Directional Movement (DI-), Average True Range (ATR), Williams % R, dan Rate of Change (ROC).*

*Hasil yang didapat dari tugas akhir ini adalah sistem pendukung keputusan berbasis Java menggunakan metode Type-2 Fuzzy Rule-based berdasarkan data saham pada periode sebelumnya, nilai 9 indikator teknikal, dan data harga saham hasil peramalan yang dapat digunakan oleh para investor saham dan pelaku bisnis saham untuk mengambil keputusan investasi saham. Model yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai nilai akurasi model 91%. Model yang dihasilkan juga mempunyai nilai presisi dan recall yang seimbang.*

***Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Saham, Type-2 Fuzzy, Fuzzy Rule-based System, Harga Saham***

# **DECISION SUPPORT SYSTEM DEVELOPMENT FOR STOCK INVESTMENT USING TYPE-2 FUZZY RULE-BASED SYSTEM**

**Name** : NISRINA FADHILAH FANO  
**NRP** : 05211540000057  
**Department** : INFORMATION SYSTEM FTIK-ITS  
**Supervisor 1** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.  
**Supervisor 2** : Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng.,  
Ph.D.

## **ABSTRACT**

*The capital market is a forum that brings together parties who need investment facilities in financial products with those who need long-term funds. One product that is traded on the capital market is stocks. Shares are proof of ownership of a company which is a claim for the company's income and wealth. Problems that often arise in the stock market are decisions that must be taken by shareholders and investors related to stock prices, so that stock business people and investors are not exposed to risk of loss when the stock price falls and can take advantage of the increase in stock prices. There are three types of decisions that can be taken by stock investors, namely Sell, Hold, and Buy. If the recommendation of the decision produced is Sell, then the step that investors should take is to sell part of their shares. Whereas if the recommendation is a Hold, then investors should not do anything to the shares owned. For the results of the recommendation of the final type of decision, Buy, the thing that investors should do is increase the number of shares to maximize profits.*

*This study aims to help people in stock business and stock investors in making decisions that must be taken by making a decision support system using the Type-2 Fuzzy Rule-Based System method. The system produces a decision*

*based on past data and predictions of stock price data. Share price data is collected from a stock exchange site. Stock data collected will be divided into two groups, namely training data and testing data. Training data will be used for making the model, while testing data is used to test the accuracy of the model. Stock price data from forecasting results will be used as a component in making decisions by the system. The process of making a model is done by using 14 variables, namely closing stock price, opening share price, highest stock price, lowest stock price, and the value of 9 technical stock indicators, namely Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Moving Average (MA), Average Directional Index (ADX), Positive Directional Movement (DI +), Negative Directional Movement (DI-), Average True Range (ATR), Williams % R, and Rate of Change (ROC).*

*The results of this final project are Java based decision support systems using the Type-2 Fuzzy Rule-based method based on stock data in the previous period, the value of 9 technical indicators, and forecast price share data that can be used by stock investors and business people shares to make stock investment decisions. The model produced in this study has a model accuracy value of 91%. The resulting model also has a balanced value of precision and recall.*

**Keywords: Decision Support System, Stock, Type-2 Fuzzy, Fuzzy Rule-based System, Stock Price**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul **“PEMBUATAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGGUNAKAN METODE TYPE-2 FUZZY RULE-BASED SYSTEM UNTUK PENENTUAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM”** yang merupakan salah satu syarat kelulusan pada Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Secara khusus penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia untuk dapat menyelesaikan tugas belajar selama di Sistem Informasi ITS dan telah memberikan kemudahan, kelancaran, serta kesehatan selama pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Trisno dan Ibu Siti Fadjarilah Nurhajati selaku kedua orang tua, Naufal Firjatulloh Fano selaku adik yang telah memberikan dukungan serta doa yang tiada henti kepada penulis dalam mengerjakan penelitian Tugas Akhir.
3. Ibu Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom dan Bapak Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing dengan penuh keikhlasan dan dedikasi tinggi telah membimbing penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai. Terima kasih atas kesediaan, waktu, semangat dan ilmu yang telah diberikan.
4. Bapak Ahmad Muklason, S.Kom., M.Sc., Ph.D dan Bapak Radityo Prasetyanto W, S.Kom., M.Kom selaku dosen pengujiyang selalu memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan penelitian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Hanim Maria Astuti, S.Kom, M.Sc. dosen wali penulis yang selalu memberikan motivasi, wejangan, dukungan, dan saranselama penulis menempuh pendidikan S1.

6. Mas Ricky Asrul Sani selaku admin laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis yang telah membantu dalam hal administrasi penyelesaian Tugas Akhir.
7. Untuk teman-teman Lannister, SI 2015 yang telah menerima penulis menjadi bagian keluarganya selama hampir 3,5 tahun, telah memberikan banyak sekali kenangan dan pengalaman hidup yang tak terlupakan.
8. Para teman-teman laboratorium RDIB khususnya Elsa Siffana H, Firdha Rizki A, Hilda Hanum, dan teman-teman lainnya.
9. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan di Departemen Sistem Informasi FTIK ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan diatas.

Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, serta doa yang diberikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keselamatan, karunia dan nikmat-Nya.

Penulis pun ingin memohon maaf karena Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dengan segala kekurangan di dalamnya. Selain itu penulis bersedia menerima kritik dan saran terkait dengan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, 17 Januari 2018

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR KODE PROGRAM.....	xix
BABI PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan permasalahan.....	3
1.3. Batasan Permasalahan .....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Relevansi .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Sebelumnya.....	7
2.2 Dasar Teori .....	11
2.2.1. Saham .....	11
2.2.2. Teknik Analisis Saham .....	11
2.2.3. Sistem Pendukung Keputusan .....	14
2.2.4. Rule-Based System.....	15
2.2.5. Type-2 Fuzzy Logic System.....	17
2.2.6. FURIA .....	18
2.2.7. Juzzy Toolkit .....	18
2.2.8. Confusion Matrix.....	19
BAB III METODE PENGKERJAAN TUGAS AKHIR .....	21
3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	21
3.2. Uraian Metodologi .....	22
3.2.1. Identifikasi Permasalahan.....	22
3.2.2. Studi Literatur.....	23
3.2.3. Pengumpulan Data dan Informasi .....	23
3.2.4. Pemrosesan dan Interpretasi Data.....	23

3.2.5. Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan .....	24
3.2.6. Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan.....	25
3.2.7. Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	26
BAB IV PERANCANGAN .....	27
4.1 Pengumpulan Data dan Informasi .....	27
4.1.1 Pengumpulan Data .....	27
4.1.2 Pengumpulan Informasi .....	27
4.2 Pemrosesan dan Interpretasi Data .....	28
4.3 Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan.....	29
4.3.1. Menentukan variabel <i>input</i> dan <i>output</i> untuk sistem.....	30
4.3.2. Membuat <i>Type-1 Fuzzy Rule</i> dari data <i>training</i> .....	30
4.3.3. Menentukan <i>type-2 fuzzy set</i> dari masing-masing variabel .....	30
4.3.4. Menentukan <i>antecedent</i> dan <i>consequent</i> .....	32
4.3.5. Mengubah bentuk <i>type-1 fuzzy rule base</i> menjadi <i>type-2 fuzzy rule base</i> .....	33
4.3.6. Melakukan <i>type reducer</i> dan <i>defuzzification</i> pada <i>type-2 fuzzy rule base</i> .....	33
4.3.7. Melakukan pengujian akurasi model yang dibuat ..	33
4.4. Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan .....	33
BAB V IMPLEMENTASI.....	35
5.1. Pengumpulan Data dan Informasi .....	35
5.2. Pemrosesan dan Interpretasi Data .....	36
5.3. Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan .....	38
5.3.1. Inisialisasi variabel <i>input</i> dan <i>output</i> pada sistem ..	38
5.3.2. Membuat <i>Type-1 Fuzzy Rule</i> dari data <i>training</i> .....	40
5.3.3. Menentukan <i>Type-2 Fuzzy Set</i> dari masing-masing variabel.....	41
5.3.4. Menentukan <i>antecedent</i> dan <i>consequent</i> .....	57
5.3.5. Mengubah bentuk <i>Type-1 Fuzzy Rule Base</i> menjadi bentuk <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	59
5.3.6. Melakukan <i>type reducer</i> dan <i>defuzzification</i> dari <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	64

5.3.7.	Melakukan pengujian akurasi model yang dibuat ..	66
5.4.	Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan .....	69
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....		73
6.1.	Hasil Pembentukan <i>Type-2 Fuzzy Sets</i> .....	73
6.2.	Hasil Pembentukan Model <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	91
6.2.1.	Lingkungan Uji Coba Model <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	91
6.2.2.	Parameter dan Skenario Uji Coba.....	91
6.2.3.	Hasil Uji Coba Model.....	92
6.2.4.	Pemilihan Model Terbaik .....	96
6.2.5.	Hasil Uji Coba Model dengan Data Harga Saham PT. Kalbe Farma.....	102
6.3.	Hasil Sistem Pendukung Keputusan.....	103
6.3.1.	Lingkungan Uji Coba .....	104
6.3.2.	Skenario Uji Coba.....	104
6.3.3.	Hasil Pengujian Sistem Pendukung Keputusan ....	104
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....		107
7.1	Kesimpulan.....	107
7.2	Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA .....		109
BIODATA PENULIS .....		113
LAMPIRAN A DATA MENTAH .....		A - 1
LAMPIRAN B DATA INDIKATOR TEKNIKAL SAHAM.....		B - 1
LAMPIRAN C HASIL KLASIFIKASI MODEL TERBAIK.....		C - 1

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Dasar Sistem Pendukung Keputusan	15
Gambar 2.2 Proses pada <i>Type-2 Fuzzy Logic System</i> .....	18
Gambar 2.3 Hubungan Antar <i>Packages</i> dalam <i>Juzzy Toolkit</i>	19
Gambar 5.1 Tampilan Sistem Pendukung Keputusan .....	70
Gambar 6.1 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Variabel <i>Close</i> .....	74
Gambar 6.2 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Variabel <i>Open</i> .....	74
Gambar 6.3 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Variabel <i>High</i> .....	75
Gambar 6.4 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Variabel <i>Low</i> .....	75
Gambar 6.5 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Oversold RSI</i> .....	77
Gambar 6.6 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell RSI</i> .....	77
Gambar 6.7 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Hold RSI</i> .....	78
Gambar 6.8 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy RSI</i> .....	78
Gambar 6.9 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Overbought RSI</i> .....	79
Gambar 6.10 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell MA</i> .....	79
Gambar 6.11 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy MA</i> .....	80
Gambar 6.12 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell MACD</i> .....	81
Gambar 6.13 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy MACD</i> .....	81
Gambar 6.14 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Weak ADX</i> .....	82

Gambar 6.15 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Strong ADX</i> .....	83
Gambar 6.16 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy DI+</i> .....	84
Gambar 6.17 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell DI-</i> .....	84
Gambar 6.18 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Low Volatility ATR</i> .....	85
Gambar 6.19 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>High Volatility ATR</i> .....	85
Gambar 6.20 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Oversold Williams%R</i> .....	87
Gambar 6.21 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell Williams%R</i> .....	87
Gambar 6.22 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Hold Williams%R</i> .....	88
Gambar 6.23 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy Williams%R</i> .....	88
Gambar 6.24 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Overbought Williams%R</i> .....	89
Gambar 6.25 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Sell ROC</i> .....	90
Gambar 6.26 Grafik <i>Interval Type-2 Fuzzy MF</i> untuk Kategori <i>Buy ROC</i> .....	90
Gambar 6.27 Grafik Perbandingan Perubahan Nilai Kombinasi Pembobotan dengan Akurasi pada Data <i>Training</i> .....	95
Gambar 6.28 Grafik Perbandingan Perubahan Nilai Kombinasi Pembobotan dengan Akurasi pada Data <i>Testing</i> .....	95
Gambar 6.29 <i>Rule</i> yang Dihasilkan dari Model 12 dan Skenario (20,20) .....	99
Gambar 6.30 Tampilan Sistem Pendukung Keputusan .....	105



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya .....	7
Tabel 2.2 Nilai ADX dan Kekuatan Tren.....	14
Tabel 3.1 Metodologi Penelitian .....	21
Tabel 4.1 Dasar Penentuan Label Data .....	29
Tabel 4.2 Perbedaan <i>Type-1 Fuzzy Rule Based</i> Dengan <i>Type-2 Fuzzy Rule Based</i> .....	31
Tabel 4.3 Dasar Penentuan Kategori Variabel .....	32
Tabel 5.1 Data Mentah Harga Saham PT. Unilever.....	36
Tabel 5.2 Data Mentah Harga Saham PT. Kalbe Farma .....	36
Tabel 5.3 Data Harga Saham PT. Unilever Hasil Peramalan.	36
Tabel 5.4 Indikator Teknikal Harga Saham PT. Unilever.....	37
Tabel 5.5 Indikator Teknikal Harga Saham PT. Kalbe Farma .....	37
Tabel 6.1 Lingkungan Uji Coba Model <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	91
Tabel 6.2 Hasil Uji Coba Model <i>Type-2 Fuzzy Rule Base</i> .....	93
Tabel 6.3 Rata-rata Nilai Akurasi Model Berdasarkan Jenis <i>Type Reducer</i> .....	96
Tabel 6.4 Hasil Uji Coba Model Terbaik .....	98
Tabel 6.5 Confusion Matrix Data <i>Training</i> untuk Skenario (20,20) .....	99
Tabel 6.6 Confusion Matrix Data <i>Testing</i> untuk Skenario (20,20) .....	99
Tabel 6.7 Analisis Hasil Akurasi Model 12 .....	100
Tabel 6.8 Hasil Uji Coba <i>Cross Validation</i> .....	101
Tabel 6.9 Hasil Uji Coba PT. Kalbe Farma .....	102
Tabel 6.10 <i>Confusion Matrix</i> Data <i>Training</i> Uji Coba PT. Kalbe Farma Skenario (20,20) .....	103
Tabel 6.11 <i>Confusion Matrix</i> Data <i>Testing</i> Uji Coba PT. Kalbe Farma Skenario (20,20).....	103
Tabel 6.12 Lingkungan Uji Coba Sistem Pendukung Keputusan.....	104

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Pemberian Label Data.....	38
Kode Program 5.2 Inisiasi Variabel .....	39
Kode Program 5.3 Pemberian Nama dan Domain Variabel ..	40
Kode Program 5.4 Ekstraksi <i>Type-1 Fuzzy Rule</i> .....	41
Kode Program 5.5 Pembuatan <i>ArrayList</i> untuk Variabel.....	43
Kode Program 5.6 <i>Method</i> Menghitung <i>Mean</i> dan Standar Deviasi.....	44
Kode Program 5.7 Pemberian UMF dan LMF Harga Penutup .....	45
Kode Program 5.8 Pemberian UMF dan LMF Variabel RSI.	46
Kode Program 5.9 Pemberian UMF dan LMF Variabel MACD dan MA.....	47
Kode Program 5.10 Pemberian UMF dan LMF Variabel ADX .....	48
Kode Program 5.11 Pemberian UMF dan LMF Variabel DI+, DI-, ATR .....	49
Kode Program 5.12 Pemberian UMF dan LMF Variabel Will%R.....	51
Kode Program 5.13 Pemberian UMF dan LMF Variabel ROC .....	52
Kode Program 5.14 Pemberian UMF dan LMF Variabel <i>Output</i> .....	53
Kode Program 5.15 Pembuatan <i>Interval Type-2</i> MF Variabel Close, RSI, MACD, MA .....	54
Kode Program 5.16 Pembuatan <i>Interval Type-2</i> MF untuk DI+, DI-, ADX, ATR .....	55
Kode Program 5.17 Pembuatan <i>Interval Type-2</i> MF untuk Will%R, ROC, Label .....	56
Kode Program 5.18 Penentuan <i>antecedent</i> pada Close, RSI, MACD, MA .....	57
Kode Program 5.19 Penentuan <i>antecedent</i> pada DI+, DI-, ADX, Will%R .....	58
Kode Program 5.20 Penentuan <i>antecedent</i> pada ATR, ROC dan Penentuan <i>consequent</i> pada label .....	59

Kode Program 5.21 Inisialisasi <i>Type-2 Fuzzy Rulebase</i> .....	60
Kode Program 5.22 Mendapatkan <i>antecedent</i> dan <i>consequent</i> dari <i>rule</i> .....	61
Kode Program 5.23 Pemetaan <i>antecedent</i> untuk Close, RSI, MACD, MA .....	62
Kode Program 5.24 Pemetaan <i>antecedent</i> untuk ATR, ADX, DI+, DI-, Will%R.....	63
Kode Program 5.25 Pemetaan <i>antecedent</i> untuk ROC dan Pembentukan <i>Rule</i> .....	64
Kode Program 5.26 <i>Method</i> getLabel .....	65
Kode Program 5.27 Proses <i>defuzzification</i> .....	66
Kode Program 5.28 Pengujian Akurasi Model Pada Data <i>Training</i> .....	68
Kode Program 5.29 Pengujian Akurasi Model Pada Data <i>Testing</i> .....	69
Kode Program 5.30 Inisialisasi Variabel <i>Input</i> dalam Sistem	71
Kode Program 5.31 Mengambil <i>input</i> dari Pengguna .....	71
Kode Program 5.32 Memunculkan Hasil Rekomendasi .....	71

# **BABI PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi mengenai gambaran umum tugas akhir meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat tugas akhir, dan relevansi tugas akhir dengan Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis.

## **1.1. Latar Belakang**

Pasar modal merupakan suatu wadah yang mempertemukan pihak-pihak yang membutuhkan sarana investasi pada produk berjenis keuangan dengan pihak-pihak yang membutuhkan dana jangka Panjang. Menurut UU nomor 8 tahun 1995, Pasar Modal adalah kegiatan yang bersangkutan dengan Penawaran Umum dan perdagangan efek, Perusahaan Publik yang berkaitan dengan Efek yang diterbitkannya, serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek. Pasar modal mempunyai peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Dilansir dari situs OJK, ada dua peranan pasar modal, yaitu sebagai sarana perusahaan mendapatkan dana dari investor, atau dengan kata lain sebagai sarana pendanaan usaha. Fungsi kedua adalah sebagai sarana bagi masyarakat untuk melakukan investasi pada produk keuangan. Beberapa produk yang diperjualbelikan dalam pasar modal adalah saham, obligasi, reksa dana, dan sebagainya [1].

Dikutip dari situs IDX, saham merupakan bukti kepemilikan suatu perusahaan yang merupakan klaim atas penghasilan dan kekayaan perseroan. Satuan yang digunakan dalam pembelian saham adalah 1 lot yang setara dengan 100 lembar. Ada dua keuntungan yang bisa didapatkan dari memiliki saham. Yang pertama adalah mendapatkan keuntungan dari kenaikan harga saham. Keuntungan kedua adalah mendapatkan pembagian keuntungan dari perusahaan yang sahamnya telah dibeli. Namun selain ada keuntungan, tentu ada risiko yang ada dari kepemilikan saham. Yang pertama adalah bisa mengalami

kerugian apabila terjadi penurunan harga. Kerugian kedua adalah risiko likuidasi yang terjadi apabila perusahaan yang sahamnya telah dibeli mengalami kebangkrutan [2]. Saat ini, tercatat pada bulan Juli 2018 terdapat 1,36 juta investor pasar modal di Indonesia. Angka ini mengalami peningkatan sebesar 33,59% dibandingkan jumlah investor pada bulan Juli 2017. Untuk frekuensi perdagangan saham harian yang dicatat oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) mencapai angka 392.000 per hari dengan 43.000 aktivitas investor per hari. Angka tersebut merupakan frekuensi tertinggi di Asia Tenggara [3].

Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam pasar saham adalah keputusan yang harus diambil oleh para pelaku pada bisnis saham dan investor yang berkaitan dengan harga saham. Agar tidak terkena risiko kerugian apabila terjadi penurunan harga, dan agar dapat memanfaatkan keuntungan dari kenaikan harga saham, maka pelaku bisnis saham membutuhkan suatu sistem yang dapat membantu pelaku bisnis saham untuk mengambil keputusan dalam investasi saham.

Beberapa penelitian telah mencoba untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan membuat sistem pendukung keputusan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh M.H. Fazel Zarandi [4]. Penelitian ini menjelaskan tentang pembuatan sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode type-2 fuzzy rule-based. Penelitian ini menghasilkan metode sistem pendukung keputusan yang mempunyai akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode yang lainnya. Penelitian lain yang membahas tentang sistem pendukung keputusan untuk saham adalah penelitian yang dilakukan oleh Pei-Chann Chang dan Chen-Hao Liu yang berjudul "A TSK type fuzzy rule based system for stock price prediction". Penelitian ini menghasilkan model sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode TSK type fuzzy rule-based system yang dapat memprediksi harga saham [5].

Dalam pembuatan sistem pendukung keputusan terdapat banyak metode yang dapat digunakan. Salah satunya adalah metode rule-based. Metode ini telah digunakan di beberapa

penelitian, seperti penelitian yang dilakukan oleh Arif Surahman [6]. Penelitian ini menjelaskan tentang pembuatan prediksi penyakit tropis dengan menggunakan metode *rule-based*. Penelitian ini menghasilkan hasil prediksi penyakit tropis yang mungkin muncul.

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah membuat sistem pendukung keputusan berbasis Java menggunakan metode *Type-2 Fuzzy Rule-based* berdasarkan data saham periode sebelumnya dan data saham hasil peramalan. *Rule* yang dihasilkan didapat dari hasil wawancara dengan pihak *expert* dan analisis data historis. Metode ini diusulkan karena hasil dari metode ini mempunyai akurasi yang lebih baik dibandingkan metode yang lain serta dapat diimplementasikan pada sistem trading secara real time. Sistem pendukung keputusan yang dihasilkan dapat digunakan oleh para investor dan pelaku bisnis saham untuk mengambil keputusan investasi saham.

## 1.2 Rumusan permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka berikut ini merupakan rumusan masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menghasilkan keputusan investasi yang tepat menggunakan metode *Type-2 Fuzzy Rule-based* ke dalam sistem pendukung keputusan?
2. Bagaimana menghasilkan hasil rekomendasi yang valid?
3. Bagaimana membuat tampilan sistem pendukung keputusan yang dapat memudahkan pengguna sistem?

## 1.3 Batasan Permasalahan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, berikut ini adalah batasan masalah yang diterapkan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

1. Data yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir merupakan data harga saham yang diperoleh dari situs bursa saham yaitu [id.investing.com](http://id.investing.com).

2. Data yang digunakan adalah data harga saham dengan periode harian selama empat tahun terhitung mulai 1 Agustus 2014 – 30 September 2018.
3. Jenis saham yang digunakan pada tugas akhir adalah saham PT Unilever dengan kode UNVR dan data harga saham PT. Kalbe Farma dengan kode KLBK.
4. Sistem pendukung keputusan dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java.

### **1.4 Tujuan**

Berikut ini merupakan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini :

1. Membuat model sistem pendukung keputusan yang dapat menghasilkan keputusan investasi yang tepat menggunakan metode *Type-2 Fuzzy Rule-based*.
2. Menghasilkan rekomendasi jenis investasi yang valid.
3. Membuat tampilan sistem pendukung keputusan sehingga dapat memudahkan pengguna sistem.

### **1.5 Manfaat**

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi investor dan pelaku pada bisnis saham dengan memudahkan dalam pengambilan keputusan pembelian saham.

### **1.6 Relevansi**

Tugas akhir ini relevan dengan beberapa mata kuliah pada bidang keilmuan Sistem Informasi, khususnya yang berkaitan dengan bidang penelitian pada Laboratorium Rekayasa Data dan Intelekuensi Bisnis, yaitu :

1. Sistem Pendukung Keputusan
2. Sistem Cerdas

Tugas akhir ini mempunyai karakteristik menyelesaikan permasalahan yang muncul di masyarakat berdasarkan teori yang ada. *Type-2 Fuzzy Rule-based system* saat ini telah banyak digunakan sebagai metode sistem pendukung keputusan pada berbagai macam kasus, salah satunya untuk menghasilkan keputusan investasi pada saham untuk



meminimalisasi kerugian dan meningkatkan keuntungan yang didapat dari investasi saham. Sehingga tugas akhir ini layak untuk dikerjakan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas mengenai tinjauan pustaka yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian tugas akhir. Bab ini menjelaskan mengenai studi sebelumnya dan dasar teori terkait Sistem Pendukung Keputusan, *Type-2 Fuzzy*, *Rule-based*, dan Akurasi Model Sistem Pendukung Keputusan.

#### 2.1 Studi Sebelumnya

Terdapat sedikit penelitian mengenai penggunaan metode *type-2 fuzzy rule base* dalam system pendukung keputusan, khususnya dalam bidang saham. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah system pendukung keputusan dengan metode *type-2 fuzzy rule base* dapat menjadi solusi untuk permasalahan pada penelitian ini. Pada sub bab ini akan dijelaskan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang menjadi dasar dalam pengerjaan tugas akhir. Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1**Penelitian Sebelumnya

<b>Judul Paper</b>	A Type-2 Fuzzy Rule-Based Expert System Model for Stock Price Analysis [4]
<b>Penulis; Tahun</b>	M.H. Fazel Zarandi, B. Rezaee, I.B. Turksen, E. Neshat; 2009
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini menghasilkan model prediksi harga saham dengan menggunakan metode Type-2 Fuzzy Rule-Based. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data saham sebuah perusahaan otomotif di Asia. Model yang dihasilkan menggunakan variabel dari aspek teknis dan fundamental dari analisis saham. Model yang dihasilkan juga dapat digunakan untuk memprediksi harga saham perusahaan dari sektor industri yang lain, serta dapat diimplementasikan

	secara real time.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penelitian ini menggunakan metode yang sama dengan metode yang sama pada tugas akhir untuk menghasilkan model, yaitu type-2 fuzzy rule based. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini juga sama dengan jenis data yang digunakan pada tugas akhir, yaitu data harga saham. Namun keluaran pada penelitian ini berbeda dengan keluaran pada tugas akhir.

<b>Judul Paper</b>	A TSK Type Fuzzy Rule Based System for Stock Price Prediction [5]
<b>Penulis; Tahun</b>	Pei-Chann Chang, Chen-Hao Liu; 2008
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini menghasilkan model yang dapat memprediksi harga saham dengan menggunakan metode TSK Type Fuzzy Rule Based System. Masukan untuk pembuatan model dalam penelitian ini adalah indeks teknis untuk premis dari rule dan hasil kombinasi linear dari indeks teknis tersebut untuk kesimpulan dari rule. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data harga saham yang terdapat pada Taiwan Stock Exchange (TSE). Model yang dihasilkan mempunyai akurasi lebih dari 90% ketika diujikan pada dua jenis harga saham dari sektor industri yang berbeda.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penelitian ini menggunakan metode yang mempunyai jenis yang sama dengan metode yang digunakan pada tugas akhir untuk menghasilkan model, yaitu Fuzzy Rule Based System. Jenis data yang digunakan juga sama dengan tugas akhir, yaitu data harga saham. Namun penelitian ini menghasilkan keluaran yang berbeda dengan tugas akhir, yaitu prediksi harga saham. Tipe metode yang digunakan pada penelitian ini juga berbeda dengan tipe metode yang digunakan pada tugas akhir.

<b>Judul Paper</b>	Decision Support System for the Stock Market using Data Analytics and Artificial Intelligence [7]
<b>Penulis; Tahun</b>	Ajinkya M. Vaidya, Nikunj Kumar H. Waghela, dan Sneha S. Yewale; 2015
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini menghasilkan suatu sistem pendukung keputusan dalam investasi saham menggunakan metode data analisis dan artificial intelligence. Data yang digunakan pada sistem ini merupakan data harga saham pada masa lampau, yang kemudian akan dilakukan peramalan dengan menggunakan metode Holt – Winter untuk menghasilkan data harga saham pada masa mendatang. Data harga saham hasil peramalan tersebut yang akan digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan oleh sistem.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penelitian ini mempunyai keluaran yang sama dengan tugas akhir, yaitu sistem pendukung keputusan untuk investasi saham. Namun metode sistem pendukung keputusan yang digunakan pada penelitian ini berbeda dengan yang digunakan pada tugas akhir. Selain itu, software yang digunakan untuk membuat sistem pendukung keputusan pada penelitian ini berbeda dengan yang digunakan pada tugas akhir.

<b>Judul Paper</b>	A decision support system for stock investment recommendations using collective wisdom [8]
<b>Penulis; Tahun</b>	Jörg Gottschlich, Oliver Hinz ; 2013
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini menghasilkan suatu sistem pendukung keputusan dalam investasi saham dengan menggunakan metode collective wisdom. Metode ini bekerja dengan cara memanfaatkan masukan dari online voting sebagai dasar bagi sistem untuk menampilkan keputusan investasi saham bagi pengguna.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penelitian ini mempunyai keluaran yang sama dengan tugas akhir, yaitu sistem pendukung keputusan untuk investasi saham. Data yang

	digunakan dalam penelitian ini juga sejenis dengan data yang digunakan dalam tugas akhir, yaitu data saham. Namun metode yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan metode yang digunakan dalam tugas akhir, yaitu penelitian ini menggunakan <i>collective wisdom</i> , sedangkan pada tugas akhir menggunakan <i>Rule-based system</i> .
--	--

<b>Judul Paper</b>	Juzzy – A Java based Toolkit for Type-2 Fuzzy Logic [9]
<b>Penulis; Tahun</b>	Christian Wagner; 2013
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini membahas tentang sebuah <i>toolkit</i> berbasis objek yang dapat diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Java dan dapat membantu pengguna dalam membangun <i>type-2 fuzzy system</i> yang bernama Juzzy. Terdapat beberapa algoritma <i>fuzzy system</i> yang dapat digunakan dengan <i>toolkit</i> ini, yaitu <i>type-1</i> , <i>interval type-2</i> , dan <i>general type-2</i> .
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	<i>Toolkit</i> yang digunakan dalam penelitian ini merupakan <i>toolkit</i> yang digunakan pada tugas akhir, yaitu Juzzy. Selain itu, penelitian ini juga membahas metode yang digunakan dalam tugas akhir, yaitu <i>type-2 fuzzy system</i> . Namun contoh kasus yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan tugas akhir, di mana dalam penelitian ini kasus yang digunakan adalah mengenai pemberian tip di rumah makan, sedangkan pada tugas akhir kasus yang digunakan adalah investasi saham.

<b>Judul Paper</b>	Prediksi Potensi Perkembangan Penyakit Tropis Berdasarkan Cuaca dengan Metode Rule Based System [6]
<b>Penulis; Tahun</b>	Arif Surahman; 2010
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini menghasilkan hasil prediksi klasifikasi potensi perkembangan penyakit tropis dengan metode <i>rule-based system</i> . Hasil prediksi klasifikasi dibuat dengan menggunakan aplikasi yang berbasis

	Java.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penelitian ini menggunakan metode yang sama dengan tugas akhir, yaitu rule-based. Aplikasi yang digunakan untuk menghasilkan hasil prediksi klasifikasi berbasis Java, sama dengan basis bahasa pemrograman yang akan digunakan pada keluaran tugas akhir. Namun jenis data yang digunakan pada penelitian ini berbeda dengan jenis data yang digunakan pada tugas akhir.

## 2.2 Dasar Teori

Sub bab ini berisi teori-teori yang mendukung serta berkaitan dengan tugas akhir yang dikerjakan.

### 2.2.1. Saham

Saham merupakan bukti kepemilikan suatu perusahaan yang merupakan klaim atas penghasilan dan kekayaan perseroan [2]. Saham merupakan salah satu jenis investasi. Dikutip dari buku karangan Suwono Kusuma, ada delapan faktor yang mempengaruhi harga saham, yaitu kinerja perusahaan, kondisi perekonomian, stabilitas politik, suku bunga, rumor, hasil riset sekuritas besar, force majeure, dan ada faktor lainnya. Dalam bursa saham, terdapat dua kelompok saham, yaitu saham umum dan saham prefen. Kelompok saham umum sendiri terdiri dari saham liquid yang tergabung dalam LQ-45 dan saham ‘tidur’, yaitu saham yang tidak tergabung dalam LQ-45. [10]. Salah satu cara sederhana untuk menentukan jenis keputusan investasi saham adalah dengan menghitung nilai pengembalian saham, lalu dibandingkan dengan persentase keuntungan yang diinginkan dan persentase kerugian yang didapat [11].

### 2.2.2. Teknik Analisis Saham

Dalam melakukan analisis saham, ada dua jenis teknik analisis yang dapat dilakukan, yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal. Analisis fundamental dapat dilakukan dengan cara memperhatikan aspek fundamental dari perusahaan, seperti laporan keuangan, neraca bisnis perusahaan, dan cashflow.

Analisis fundamental dapat membantu investor untuk mengetahui apakah harga saham akan naik atau turun. Sedangkan analisis teknikal dapat membantu investor untuk mengetahui kapan sebaiknya saham dijual dan dibeli [10]. Berikut ini adalah indikator teknikal yang dapat digunakan sebagai penentuan kapan sebaiknya saham dijual dan dibeli :

1. Relative Strength Index (RSI)

RSI digunakan untuk menghitung peningkatan atau penurunan harga penutupan dalam jangka waktu yang ditentukan. RSI pertama kali ditemukan oleh Welles Wilder Jr. [12]. Rumus untuk RSI adalah :

$$RS = \frac{\Sigma \text{ hari saat harga penutupan meningkat}}{\Sigma \text{ hari saat harga penutupan menurun}} \quad (2.1)$$

$$RSI = \frac{100}{1 + RS} \quad (2.2)$$

2. Moving Average Convergence Divergence

MACD digunakan untuk menentukan tren dari harga saham menggunakan dua garis exponential smoothing moving average yang berbeda [4]. Rumus untuk MACD adalah :

$$\begin{aligned} MACD &= \text{exponentialsmoothing 12 hari} \\ &- \text{exponentialsmoothing 6 hari} \end{aligned} \quad (2.3)$$

3. Moving Average (MA)

Moving Average merupakan jumlah harga penutup pada n periode dibagi dengan n. Untuk peramalan jangka pendek, jumlah n yang optimal adalah 5, 10, dan 20 [4]. Rumus untuk moving average adalah :

$$MA = \frac{\sum_{i=1}^n \text{ harga penutup pada periode ke } - i}{n} \quad (2.4)$$



4. *Positive Directional Movement Index* (DI+) dan *Negative Directional Movement Index* (DI-)

DI+ menunjukkan bahwa tren harga saham sedang meningkat. Sedangkan DI- menunjukkan bahwa tren harga saham sedang menurun. Apabila DI+ lebih besar daripada DI-, maka sebaiknya investor membeli saham. Namun apabila DI- lebih besar daripada DI+, maka sebaiknya investor menjual saham yang dimiliki [4].

5. Average True Range (ATR)

Average True Range (ATR) digunakan untuk mengukur fluktuasi harga saham. ATR pertama kali dikembangkan oleh J. Welles Wilder. Periode yang digunakan dalam perhitungan ATR adalah 14 hari [13]. Rumus untuk Average True Range adalah :

$$TR_i = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} (\text{Max hari ke } i, \text{ harga hari ke } i, \text{ minPrice}) \\ (\text{Max hari ke } i, \text{ harga hari ke } i - 1, \text{ minPrice}) \\ (\text{close hari ke } i - 1, \text{ harga hari ke } i, \text{ minPrice}) \end{array} \right\} \quad (2.5)$$

$$ATR = \frac{\sum_{i=1}^n TR_i}{n} \quad (2.6)$$

6. Williams Percent Range (Williams %R)

Williams %R digunakan untuk mengukur level overbought dan oversold dengan skala 0 – 100. Periode yang digunakan adalah 14 hari. Rumus untuk menghitung Williams %R adalah :

$$\%R = \frac{\text{highest high} - \text{closing price}}{\text{highest high} - \text{lowest low}} \times -100 \quad (2.7)$$

Batas untuk overbought adalah apabila %R diatas -20, dan batas untuk oversold adalah apabila %R dibawah -80 [14].

### 7. Price Rate of Change (ROC)

ROC merupakan indikator yang dapat mengukur persentase perubahan harga antara harga saat ini dengan harga pada beberapa periode di masa lalu. Rumus untuk menghitung ROC adalah :

$$ROC = \frac{\text{Recent closing price} - \text{Closing price } n \text{ periods ago}}{\text{Closing price } n \text{ periods ago}} \times 100 \quad (2.8)$$

Apabila ROC mempunyai nilai positif, maka sebaiknya investor melakukan pembelian saham. Sebaliknya, apabila nilai ROC mempunyai nilai negatif, maka sebaiknya investor melakukan penjualan saham. Apabila nilai ROC diatas 30, maka terjadi kondisi overbought, dan apabila nilai ROC dibawah - 30, maka terjadi kondisi oversold [15].

### 8. Average Directional Index (ADX)

ADX merupakan indikator kekuatan tren. Dari perhitungan menggunakan ADX dapat diketahui apakah tren sedang menguat atau tidak. Penghitungan ADX didasarkan pada moving average dalam periode tertentu. Indikator kekuatan tren harga saham dan nilai ADX dapat dilihat pada Tabel 2.2 [16].

**Tabel 2.2 Nilai ADX dan Kekuatan Tren**

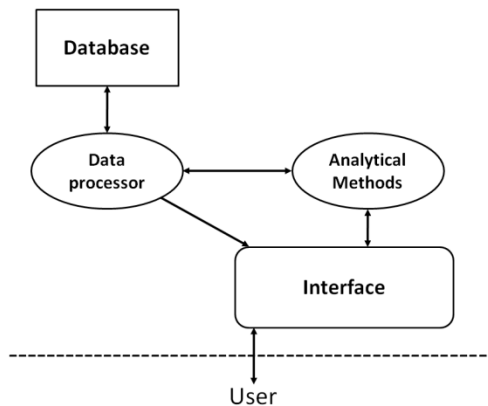
Nilai	Kekuatan Tren
0 – 25	Tidak ada tren atau tren lemah
25 – 50	Tren kuat
50 – 75	Tren sangat kuat
75 – 100	Tren sangat sangat kuat

### 2.2.3. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem informasi yang telah terkomputerisasi yang mendukung organisasi dan bisnis untuk melakukan pengambilan keputusan. Sistem ini bekerja dengan cara mengolah informasi dari data, dokumen, model bisnis, dan sumber lainnya untuk

mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan serta membuat keputusan.

Menurut Marakas, sistem pendukung keputusan mempunyai beberapa karakteristik, yaitu yang pertama adalah menggunakan data dan model sebagai dasar pengambilan keputusan. Karakteristik yang kedua adalah mampu mendukung pengambilan keputusan baik yang bersifat individual maupun yang bersifat kelompok. Karakteristik yang ketiga adalah berfokus pada efektivitas proses dibandingkan dengan efisiensinya. Karakteristik yang keempat adalah mendukung semua fase dalam proses pengambilan keputusan [17]. Dalam sistem pengambilan keputusan, terdapat lima komponen dasar, yaitu Database, Data processor, Analytical methods, User Interface, dan pengguna dari sistem tersebut [18], sesuai dengan diagram pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Komponen Dasar Sistem Pendukung Keputusan**

#### **2.2.4. Rule-Based System**

Rule-Based System merupakan salah satu metode dalam sistem pendukung keputusan yang dibangun dari pengetahuan para ahli dan juga dapat dipelajari dari data. Dari definisi tersebut, model yang terbentuk dapat dibagi menjadi dua

kelompok, yaitu expert-based model dan data-based model [19]. Bentuk umum dari rule yang dihasilkan adalah :

Rule :IF ( $V = F(x)$ ) THEN  $R = D$

Dimana  $V = F(x)$  merupakan premis, sedangkan  $R = D$  merupakan kesimpulan [20].

Rule yang dibentuk mempunyai beberapa karakteristik, yaitu :

1. Nama  
*Rule* yang dibentuk haruslah mempunyai nama yang berbeda dengan rule lainnya. Nama *rule* juga harus dapat mendeskripsikan isi dari *rule* tersebut.
2. Quick Insights  
 Setiap *rule* pasti mempunyai satu atau lebih premis. Premis yang ada dapat terdiri dari *conjunctive* atau *disjunctive clause*.
3. Kesimpulan  
 Setiap rule juga pasti terdiri dari satu atau lebih kesimpulan. Ada dua jenis kesimpulan, yaitu kesimpulan intermediate dan kesimpulan akhir. Kesimpulan intermediate merupakan kesimpulan yang juga berfungsi sebagai premis pada rule yang lain. Sedangkan kesimpulan akhir merupakan kesimpulan yang tidak berfungsi sebagai premis pada rule yang lain.
4. Catatan dan referensi  
 Catatan dan referensi diperlukan untuk dokumentasi developer. Hal ini dapat berisi alasan mengapa rule tersebut dibentuk dan sumber rule tersebut.
5. *Confidence factors*  
 Apabila terdapat ketidakpastian dalam rule, maka perlu dicantumkan confidence factor pada setiap rule yang menunjukkan tingkat kepastian dari rule tersebut. Semakin rendah ketidakpastian dalam suatu rule, maka semakin tinggi *confidence factor* dari suatu *rule*.
6. Prioritas  
 Prioritas dapat membantu sistem untuk menentukan rule mana yang digunakan terlebih dahulu dalam membuat keputusan. Semakin tinggi prioritas suatu rule, maka rule

tersebut akan digunakan lebih dahulu dibandingkan dengan rule lainnya.

#### 7. Chaining preferences

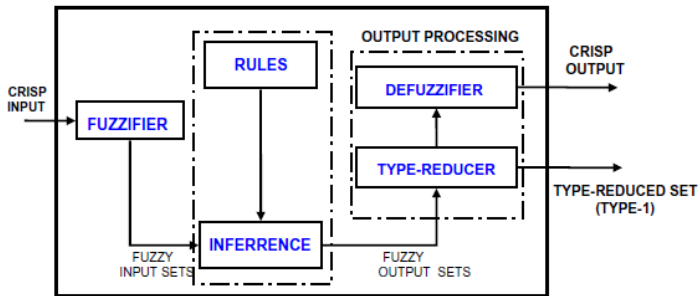
Chaining Preferences dapat dikatakan sebagai prosedur pencarian. Ada dua jenis chaining, yaitu forward chaining dan backward chaining. Dalam forward chaining, pencarian dilakukan dari premis untuk menentukan kesimpulan. Sedangkan pada backward chaining, pencarian dilakukan dari kesimpulan untuk menentukan premis yang dapat mendukung kesimpulan tersebut.

#### 8. Status

Terdapat enam jenis status yang dapat menggambarkan keadaan suatu rule, yaitu *active*, *inactive*, *has been satisfied*, *has not been satisfied*, *triggered*, dan *fired*. [18].

### 2.2.5. Type-2 Fuzzy Logic System

*Type-2 Fuzzy System* merupakan pengembangan dari *Type-1 Fuzzy Logic System*. Salah satu karakteristik dari *Type-2 Fuzzy System* adalah *Fuzzy Upper Membership Function (UMF)* dan *Fuzzy Lower Membership Function (LMF)* seperti membership grades untuk masing-masing variabel adalah bilangan fuzzy dalam  $[0,1]$ . Terdapat beberapa jenis model yang dapat digunakan untuk menentukan model, seperti Gaussian MF, Triangular MF, Trapezoid MF, dan sebagainya. Namun dalam *Type-2 Fuzzy System* yang umum digunakan adalah Gaussian MF [21]. Dalam Gaussian MF dibutuhkan *mean* dan standard deviasi untuk pembentukannya [22]. *Type-2 Fuzzy System* dapat digunakan apabila terdapat ketidakpastian dalam MF. Salah satu perbedaan mendasar dari *Type-1 Fuzzy System* dan *Type-2 Fuzzy System* adalah adanya proses *Type Reduction* yang terdapat pada *Type-2 Fuzzy System* [23]. Dalam *Type-2 Fuzzy Logic System* terdapat lima proses seperti yang terdapat pada Gambar 2.2, yaitu fuzzifier, rules, inference, type reducer, dan defuzzifier [4].



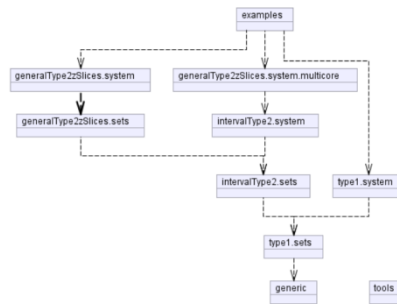
**Gambar 2.2** Proses pada *Type-2 Fuzzy Logic System*

### 2.2.6. FURIA

*Fuzzy Unordered Rule Induction Algorithm* (FURIA) merupakan suatu algoritma mengenai *fuzzy rule-based classification*. FURIA merupakan pengembangan dari algoritma RIPPER yang juga bagian dari *rule-based classification*. Perbedaan yang mencolok antara FURIA dan algoritma *rule-based classification* lainnya terletak pada *rule* yang digunakan. Pada algoritma klasifikasi berbasis *rule* yang lain, *rule* yang digunakan merupakan *rule* konvensional yang menghasilkan model dengan hasil keputusan yang jelas dalam batasan antar kategori. Sedangkan pada FURIA, *rule* yang digunakan merupakan *fuzzy rule* yang menghasilkan model dengan batas antar kategori pada hasil keputusan tidak terlalu jelas. Selain itu, *rule* yang digunakan juga tidak terurut, sehingga setiap kelas mempunyai *rule* nya sendiri [24].

### 2.2.7. Juzzy Toolkit

Juzzy merupakan *toolkit* berbasis Java yang dapat digunakan dalam mengembangkan *type-2 fuzzy logic system*. Juzzy *toolkit* pertama kali dikembangkan oleh Christian Wagner pada tahun 2013. Juzzy terdiri dari 10 packages dimana hubungan antar packages dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang menjelaskan hubungan antar packages dalam bentuk UML diagram.



**Gambar 2.3 Hubungan Antar Packages dalam Juzzy Toolkit**

Terdapat tiga fitur yang dapat dimanfaatkan dari Juzzy toolkit. Fitur yang pertama merupakan fitur utama dari Juzzy, yaitu fitur untuk mengembangkan *fuzzy logic system*. Terdapat tiga jenis *fuzzy logic system* yang dapat dikembangkan menggunakan Juzzy, yaitu *type-1*, *interval type-2*, dan *general type-2*. Selain itu, pada fitur ini juga disediakan beberapa model *membership function* yang digunakan, seperti *Gaussian*, *Triangle*, *Trapezoid*, dan sebagainya. Untuk metode *type reduction* dan *defuzzification* terdapat dua metode yang dapat digunakan, yaitu *center of sets type reduction* dan *centroid type reduction*. Fitur kedua yang disediakan oleh Juzzy adalah penggunaan *multiple processors* yang dapat digunakan untuk menjalankan *zSlices based general type-2 fuzzy logic system*. Fitur terakhir yang disediakan oleh Juzzy adalah visualisasi dengan menggunakan library *JMathPlot* [9].

## 2.2.8. Confusion Matrix

*Confusion Matrix* merupakan salah satu pengukuran yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja model klasifikasi. Dalam penghitungannya, *confussion matrix* membagi kelas hasil klasifikasi dalam dua jenis, yaitu *positive tuples* untuk kelas utama, dan *negative tuples* untuk kelas lainnya. Dari *confusion matrix* dapat diketahui nilai akurasi, presisi, dan *recall* dari model klasifikasi yang terbentuk. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan akurasi, presisi, dan *recall* [25]:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2.9)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.10)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.11)$$

Keterangan :

- TP : Jumlah data *actual* positif yang diprediksi positif
- TN : Jumlah data *actual* negatif yang diprediksi negatif
- FP : Jumlah data *actual* negatif yang diprediksi positif
- FN : Jumlah data *actual* positif yang diprediksi negatif



### BAB III

## METODE Pengerjaan Tugas Akhir

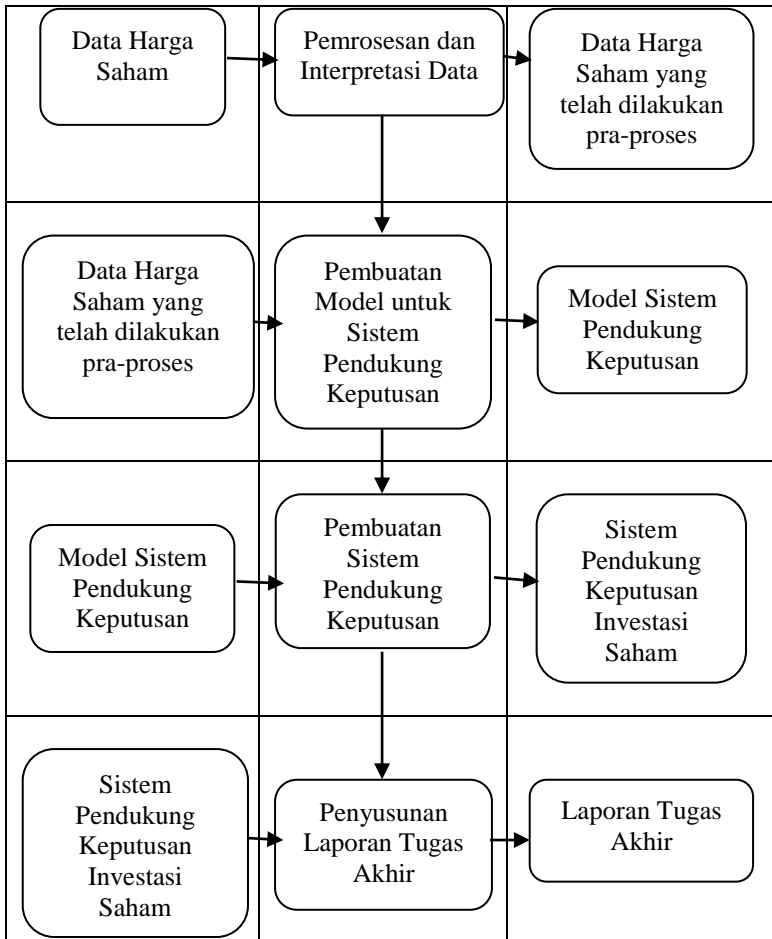
Pada bab ini akan membahas mengenai metodologi yang berisi tahapan- tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir dan deskripsi dari setiap tahapan.

#### 3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

Pada sub bab ini membahas mengenai metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir. Metodologi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Metodologi Penelitian**

Input	Proses	Output
Studi Kasus	Identifikasi Permasalahan	Topik Permasalahan
Topik Permasalahan, Jurnal, Buku, Penelitian Sebelumnya	Studi Literatur	Pemahaman Konsep dan <i>Knowledge Gap</i> dari literatur
Pemahaman Konsep dan <i>Knowledge Gap</i> dari literatur	Pengumpulan Data dan Informasi	Data Harga Saham



### 3.2. Uraian Metodologi

Pada bagian ini akan dijelaskan secara lebih rinci mengenai tahapan pada metode yang akan digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir :

#### 3.2.1. Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini akan dilakukan kegiatan mencari permasalahan yang ada pada studi kasus. Setelah permasalahan ditemukan,

langkah selanjutnya adalah mencari solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Luaran dari tahap ini merupakan permasalahan dan usulan solusi yang dapat diangkat menjadi topik tugas akhir.

### **3.2.2. Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan pencarian data dan informasi yang dapat menunjang pengerjaan tugas akhir. Tahap pertama dari tahap ini adalah mencari data dan informasi mengenai harga saham PT. Unilever pada periode Agustus 2014 – September 2018. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah mencari data dan informasi dari buku, jurnal, maupun laporan penelitian mengenai saham, indikator teknikal harga saham, dan model sistem pendukung keputusan dengan metode *Type-2 Fuzzy Rule-based*.

### **3.2.3. Pengumpulan Data dan Informasi**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir. Data yang dikumpulkan merupakan data harga saham PT. Unilever pada periode Agustus 2014 – Agustus 2018 dalam rentang waktu harian serta data hasil peramalan pada periode September 2018. Data diambil dari situs bursa saham yaitu [id.investing.com](http://id.investing.com). Selain itu pada tahap ini juga dilakukan wawancara dan pengumpulan informasi untuk mendapatkan *rule* yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan model sistem pendukung keputusan. Luaran dari tahap ini akan digunakan sebagai masukan pada tahap pemrosesan dan interpretasi data.

### **3.2.4. Pemrosesan dan Interpretasi Data**

Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya akan dilakukan pra-proses agar dapat digunakan untuk membuat model sistem pendukung keputusan. Data yang telah dikumpulkan akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu data harga saham PT. Unilever, data harga saham PT. Kalbe Farma, dan data harga saham hasil peramalan. Dari ketiga data

tersebut, data harga saham PT. Unilever dan data harga saham PT. Kalbe Farma masing-masing diberi label data. Data harga saham PT. Unilever kemudian akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data training dan data testing dengan pembagian sebesar 75% dari masing-masing label untuk data training dan 25% dari masing-masing label untuk data testing. Luaran dari tahap ini merupakan data yang telah diproses yang akan digunakan sebagai masukan pada tahap pembuatan model sistem pendukung keputusan.

### **3.2.5. Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan**

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan model untuk sistem pendukung keputusan. Model dibuat dengan menggunakan metode Type-2 Fuzzy Rule-based system. Tahap ini terbagi dalam tujuh langkah, yaitu :

1. Menentukan variabel input dan output untuk sistem  
Langkah ini merupakan langkah pertama dari tahap pembuatan model. Dalam langkah ini, hal yang dilakukan adalah menentukan variabel *input* dan *output* yang akan digunakan dalam sistem. Masukan untuk langkah ini adalah data yang telah diproses dan informasi yang telah dikumpulkan sebelumnya. Keluaran dari tahap ini adalah variabel yang akan digunakan.
2. Membuat *type-1 fuzzy rule base* dari data *training*  
Langkah ini merupakan langkah kedua dari tahap pembuatan model. Dalam langkah ini, hal yang dilakukan adalah melakukan ekstraksi *fuzzy rule* dari data *training*. Keluaran dari tahap ini adalah sekumpulan *type-1 fuzzy rule*.
3. Menentukan *interval type-2 fuzzy set* dari masing-masing kategori  
Dalam tahap ini dilakukan pemberian *Upper Membership Function* (UMF) dan *Lower Membership Function* (LMF) untuk masing-masing kategori. Dari UMF dan LMF yang telah dibentuk kemudian akan

ditentukan *interval type-2 fuzzy sets* untuk masing-masing kategori variabel.

4. Menentukan *antecedent* dan *consequent*  
Setelah masing-masing kategori variabel mempunyai *type-2 fuzzy sets*, langkah selanjutnya adalah menginisiasi masing-masing *interval type-2 fuzzy sets* tersebut untuk menjadi *antecedent* dan *consequent* untuk *rule* yang telah dihasilkan. Pada langkah ini, variabel *input* akan dipetakan menjadi *antecedent* dan variabel *output* akan dipetakan menjadi *consequent*.
5. Mengubah bentuk *type-1 fuzzy rule base* menjadi *type-2 fuzzy rule base*  
Pada langkah ini dilakukan pemetaan *antecedent* dan *consequent* yang telah diinisiasi terhadap *rule* yang dihasilkan. Masing-masing *rule* terdiri dari satu atau lebih *antecedent* dan satu *consequent*.
6. Melakukan *type reducer* dan *defuzzification* pada *type-2 fuzzy rule base*  
Setelah *type-2 fuzzy rule base* terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi terhadap data yang ada. Agar menghasilkan label klasifikasi yang diinginkan, *type-2 fuzzy rule base* harus diubah menjadi *type-1 fuzzy rule base* melalui proses *type reducer*. Setelah model telah berada dalam bentuk *type-1 fuzzy rule base*, langkah selanjutnya adalah melakukan *defuzzification* untuk menghasilkan label klasifikasi.
7. Melakukan pengujian akurasi model yang dibuat  
Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian akurasi model yang dibuat untuk menentukan model terbaik. Pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix*.

### 3.2.6. Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan

Pada tahap ini, model sistem pendukung keputusan yang telah dibuatkan diimplementasikan pada sebuah perangkat lunak berbasis Java. Data yang digunakan pada tahap ini merupakan

data harga saham periode Agustus 2018 data hasil peramalan dengan periode September 2018. Luaran dari tahap ini adalah sistem pendukung keputusan berbasis Java menggunakan metode *Type-2 Fuzzy Rule-based system*.

### **3.2.7. Penyusunan Laporan Tugas Akhir**

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari metodologi. Pada tahap ini, seluruh hasil penelitian didokumentasikan dalam bentuk laporan tugas akhir. Selain itu, laporan tugas akhir juga berisi tentang hasil dari penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya. Sistematika penulisan tugas akhir meliputi :

1. Bab I Pendahuluan  
Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, Batasan, tujuan, dan manfaat tugas akhir.
2. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori  
Pada bab ini dijelaskan mengenai penelitian serupa yang telah dilakukan dan dasar teori yang mendukung penyelesaian permasalahan pada tugas akhir.
3. Bab III Metodologi  
Bab ini menjelaskan tentang tahapan – tahapan yang dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bab IV Perancangan  
Bab ini menjelaskan tentang rancangan yang akan digunakan untuk implementasi metode yang digunakan.
5. Bab V Implementasi  
Bab ini berisi tentang setiap langkah yang dilakukan dalam implementasi metodologi yang digunakan dalam tugas akhir.
6. Bab VI Analisis Hasil dan Pembahasan  
Bab yang berisi tentang analisis dan pembahasan dalam penyelesaian permasalahan yang dibahas pada pengerjaan tugas akhir.
7. Bab VII Kesimpulan dan Saran  
Bab yang berisi kesimpulan dan saran yang ditujukan untuk kelengkapan penyempurnaan tugas akhir ini.

## **BAB IV PERANCANGAN**

Bab ini menjelaskan tentang rancangan penelitian tugas akhir untuk membuat model sistem pendukung keputusan. Bab ini berisikan perancangan pengumpulan data, pengolahan data serta pembuatan model dan sistem pendukung keputusan.

### **4.1 Pengumpulan Data dan Informasi**

Pada perancangan Tugas Akhir ini, tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data dan informasi yang akan digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir.

#### **4.1.1 Pengumpulan Data**

Pada Tugas Akhir ini, terdapat dua data yang dikumpulkan. Data pertama didapatkan dari situs bursa saham yaitu [www.id.investing.com](http://www.id.investing.com) berupa data harga saham PT. Unilever dengan kode UNVR dan PT. Kalbe Farma dengan kode KLBF pada periode Agustus 2014 hingga Agustus 2018. Sedangkan data kedua merupakan data harga penutupan saham PT. Unilever pada periode September 2018 yang didapatkan melalui hasil peramalan. Kedua data tersebut mempunyai rentang waktu harian. Atribut yang terdapat dalam kedua data tersebut adalah harga saham penutup, harga saham pembuka, harga saham tertinggi, serta harga saham terendah. Kedua data tersebut dikelompokkan ke dalam sebuah file berformat .xlsx menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

#### **4.1.2 Pengumpulan Informasi**

Tahap kedua yang dilakukan adalah pengumpulan informasi yang dibutuhkan dalam sistem. Proses pengumpulan informasi didapatkan dari hasil wawancara kepada salah satu pengguna dan pelaku investasi saham. Narasumber yang diwawancarai untuk penggalian informasi adalah Ibu Pulu Pahlanti sebagai salah satu pelaku investasi saham.

### **Hasil wawancara bersama Narasumber**

Wawancara dilakukan secara tatap muka dengan narasumber pada tanggal 22 September 2018. Hal yang perlu diperhatikan dari hasil wawancara adalah sebagai berikut :

1. Salah satu teknik yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan investasi saham adalah dengan menggunakan indikator teknikal.
2. Indikator teknikal yang digunakan dapat dilihat pada beberapa situs harga saham.
3. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi harga saham adalah kondisi keuangan perusahaan, isu regulasi dari pemerintah, pemilu, berita mengenai perusahaan, dan sebagainya. Faktor tersebut dinamakan faktor fundamental.
4. Untuk penelitian, sebaiknya gunakan perusahaan yang harga sahamnya stabil, contohnya PT. Unilever dan PT. Kalbe Farma.
5. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi investor dalam melakukan investasi adalah faktor emosional, maka dari itu dibutuhkan sistem yang dapat membantu investor dalam mengambil keputusan investasi yang lebih baik.
6. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi keputusan investasi saham adalah grafik teknikal, data historis, persentase target keuntungan, persentase batas kerugian, dan jenis jangka investasi (pendek, menengah, panjang).

### **4.2 Pemrosesan dan Interpretasi Data**

Pada bagian ini, data yang telah dikumpulkan dalam file Excel akan diubah ke dalam bentuk CSV. Untuk rincian nilai data asli terdapat pada LAMPIRAN A. Dataset yang telah dikumpulkan pada file CSV kemudian akan diberi label data sesuai dengan nilai persentase pengembalian saham dibandingkan dengan persentase keuntungan yang diinginkan pengguna dan batas persentase kerugian yang dapat diterima



pengguna seperti yang terlihat pada Tabel 4.1. Apabila nilai hasil perhitungan pengembalian lebih besar dibandingkan persentase keuntungan, maka data termasuk dalam kelas “Sell” dan diberi label 0. Apabila nilai hasil perhitungan pengembalian lebih kecil dibandingkan nilai persentase keuntungan, dan lebih besar daripada persentase kerugian, maka data termasuk dalam kelas “Hold” dan diberi label 1. Namun apabila nilai persentase pengembalian lebih kecil daripada persentase kerugian, maka data termasuk ke dalam kelas “Buy” dan diberi label 2. Kemudian dataset akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 75% data harga saham dari masing-masing kelas untuk *data training*, data harga saham 25% data harga saham sisanya untuk data *testing*, serta data harga saham hasil peramalan pada periode September 2018. Dari data tersebut, masing-masing data mempunyai lima atribut seperti yang disebutkan pada bagian 4.1. Dalam penelitian ini, atribut yang digunakan selain atribut data harga saham juga terdapat atribut label data saham dan indikator teknikal harga saham seperti RSI, MACD, MA10, ADX, ATR, DI+, DI-, Williams %R, dan ROC. Nilai dari atribut tersebut masing-masing didapatkan dari hasil pengolahan data harga saham penutup yang diolah menggunakan rumus yang sudah disebutkan pada sub bab 2.2.2.

**Tabel 4.1 Dasar Penentuan Label Data**

Range	Label	Kode Kelas
% Kerugian > % Pengembalian	Sell	0
% Kerugian > % Pengembalian dan % Pengembalian < % Keuntungan	Hold	1
% Pengembalian > % Keuntungan	Buy	2

### 4.3 Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan

Pembuatan model untuk sistem pendukung keputusan dilakukan dengan menggunakan data *training*. Dalam pembuatan model untuk sistem pendukung keputusan hal-hal yang dilakukan meliputi :

#### **4.3.1. Menentukan variabel *input* dan *output* untuk sistem**

Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan model untuk sistem pendukung keputusan adalah menentukan variabel *input* dan *output* yang digunakan. Dalam penelitian Tugas Akhir ini, variabel input yang digunakan sebanyak sepuluh variabel meliputi harga saham penutup, RSI, MACD, MA10, ADX, ATR, DI+, DI-, Williams %R, dan ROC. Sedangkan untuk variabel *output* yang digunakan adalah label investasi saham.

#### **4.3.2. Membuat *Type-1 Fuzzy Rule* dari data *training***

Tahap keempat yang dilakukan adalah membuat *Type-1 Fuzzy Rule Base* dari data *training*. Pembuatan *type-1 fuzzy rule base* dilakukan dengan menggunakan *library* FURIA dari Weka. Hasil dari tahap ini adalah sekumpulan *fuzzy rule* yang digunakan untuk tahap selanjutnya.

#### **4.3.3. Menentukan *type-2 fuzzy set* dari masing-masing variabel**

Tahap keempat yang dilakukan adalah menentukan *type-2 fuzzy set* dari masing-masing variabel. Tahap ini yang membedakan antara *type-1 fuzzy rule based* dan *type-2 fuzzy rule based*. Apabila *type-1 fuzzy rule based* hanya mempunyai satu *membership function*, pada *type-2 fuzzy rule based* setiap variabel mempunyai dua *membershop function*, yaitu *Upper Membership Function* dan *Lower Membership Function* [4]. Untuk selengkapnya, perbedaan antara *type-1 fuzzy rule base* dan *type-2 fuzzy rule base* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Perbedaan Type-1 Fuzzy Rule Based Dengan Type-2 Fuzzy Rule Based**

<b>Aspek</b>	<b>Type-1 Fuzzy Rule Based</b>	<b>Type-2 Fuzzy Rule Based</b>
<b>Bentuk Membership Function</b>	<i>Exact membership function</i>	<i>Interval membership function</i>
<b>Secondary Membership Function</b>	Tidak mempunyai <i>secondary Membership Function</i>	Mempunyai <i>secondary membership function</i> yang disebut <i>Footprint of Uncertainties</i> (FOU)
<b>Output processing block</b>	Hanya terdapat satu proses dalam <i>output processing block</i> , yaitu proses <i>defuzzification</i>	Terdapat dua proses dalam <i>output processing block</i> , yaitu proses <i>type reducer</i> dan <i>defuzzification</i>
<b>Linguistic uncertainties</b>	Tidak dapat menangani ketidakpastian linguistik	Dapat menangani ketidakpastian linguistik

Masing-masing variabel akan dibagi ke dalam beberapa kelas sesuai dengan yang disebutkan pada Tabel 4.3. Variabel RSI dan Williams%R terbagi dalam lima kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought*. Untuk variabel MACD, MA, DI+, dan DI- terbagi ke dalam dua kategori, yaitu *Sell* dan *Buy*. Sedangkan untuk variabel ADX terbagi ke dalam empat kategori, yaitu *weak*, *strong*, *very strong*, dan *extremely strong*. Untuk variabel ATR terbagi ke dalam dua kategori, yaitu *low volatility* dan *high volatility*. Sedangkan untuk variabel ROC sendiri terbagi ke dalam empat kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Buy*, dan *Overbought*. Masing-masing kelas mempunyai dua jenis *membership function*, yaitu *Upper Membership Function* dan *Lower Membership Function*. *Type-2 fuzzy rule base* yang terbentuk dimodelkan dengan menggunakan *Gaussian Membership Function* dengan *mean* yang sama dan standar deviasi yang berbeda. Pada UMF, nilai standar deviasi yang digunakan adalah nilai standar deviasi ditambah 5%, sedangkan pada LMF, nilai standar deviasi yang digunakan adalah nilai standar deviasi dikurangi 5%.

Tabel 4.3 Dasar Penentuan Kategori Variabel

Variabel	Range	Kategori
RSI	0 – 30	Oversold
	30 – 45	Sell
	45 – 55	Hold
	55 – 70	Buy
	70 – 100	Overbought
MACD	-1000 – 0	Sell
	0 – 1000	Buy
MA	-100000 – 0	Sell
	0 – 100000	Buy
ADX	0 – 25	Weak
	25 – 50	Strong
	50 – 75	Very Strong
	75 – 100	Extremely Strong
DI+	0	Sell
	0.01 – 100	Buy
DI-	0.01 – 100	Sell
	0	Buy
ATR	0 – 1000	Low Volatility
	1000 – 3000	High Volatility
Williams%R	-100 – (-80)	Oversold
	-80 – (-55)	Sell
	-55 – (-45)	Hold
	-45 – (-20)	Buy
	-20 – 0	Overbought
ROC	-100 – (-30)	Oversold
	-30 – 0	Sell
	0 – 30	Buy
	30 – 100	Overbought

#### 4.3.4. Menentukan *antecedent* dan *consequent*

Pada tahap kelima, yaitu menentukan *antecedent* dan *consequent*, masing-masing variabel input akan dipetakan menjadi *antecedent*, sedangkan variabel output akan dibedakan menjadi *consequent*. Masing-masing *antecedent* dan *consequent* dipasangkan dengan *membership value* yang telah ditentukan di tahap sebelumnya.

#### **4.3.5. Mengubah bentuk *type-1 fuzzy rule base* menjadi *type-2 fuzzy rule base***

Pada tahap keenam, yaitu mengubah *type-1 fuzzy rule base* yang didapat dari tahap ketiga, diubah menjadi *type-2 fuzzy rule base* dengan menggabungkan *antecedent* dan *consequent* yang telah didefinisikan pada tahap kelima sesuai dengan *rule base*. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan *toolkit* Juzzy.

#### **4.3.6. Melakukan *type reducer* dan *defuzzification* pada *type-2 fuzzy rule base***

Tahap ketujuh yang dilakukan adalah melakukan *type reducer* dan *defuzzification* pada model *type-2 fuzzy rule base* yang terbentuk. *Type reducer* dilakukan untuk mengubah *type-2 fuzzy rule base* menjadi *type-1 fuzzy rule base*. Hasil dari *type reducer* adalah nilai label yang berupa *type-1 fuzzy rule base membership function*. Setelah didapat nilai label yang berbentuk *type-1 fuzzy rule base*, nilai tersebut diolah menjadi hasil klasifikasi yang *crisp* melalui proses *defuzzification*.

#### **4.3.7. Melakukan pengujian akurasi model yang dibuat**

Tahap terakhir dari pembuatan model sistem pendukung keputusan adalah melakukan pengujian akurasi model yang dibuat. Pengujian akurasi dilakukan dengan melakukan percobaan klasifikasi menggunakan beberapa skenario yang telah disiapkan. Skenario dibuat berdasarkan kombinasi dari beberapa aspek, yaitu jumlah variabel, metode *type reducer*, dan pembobotan masing-masing kategori pada proses *defuzzification*.

### **4.4. Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem pendukung keputusan dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Netbeans dengan bahasa pemrograman Java. Data yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan ini adalah data training dan data testing dalam file CSV dan ARFF. Informasi dan fitur yang terdapat dalam sistem pendukung keputusan yang dibuat adalah :

1. Pengguna dapat memilih tanggal investasi melalui *combo box* yang telah disediakan.
2. Pengguna dapat memasukkan nilai persentase keuntungan yang diinginkan dan nilai persentase batas kerugian yang dapat diterima.
3. Menampilkan nilai indikator teknikal dari harga saham pada tanggal yang telah dipilih.
4. Menampilkan hasil rekomendasi investasi berdasarkan model sistem pendukung keputusan.

## **BAB V IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan tentang proses pelaksanaan dan implementasi penelitian tugas akhir berdasarkan perancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai implementasi proses pengumpulan data dan informasi, pemrosesan dan interpretasi data, pembuatan model sistem pendukung keputusan, serta pembuatan sistem pendukung keputusan.

### **5.1. Pengumpulan Data dan Informasi**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi. Data yang dikumpulkan adalah data harga saham PT. Unilever dengan kode UNVR dan PT. Kalbe Farma dengan kode KLBF pada periode Agustus 2014 hingga Agustus 2018 dan data harga saham PT. Unilever hasil peramalan pada periode September 2018. Data yang telah dikumpulkan disimpan dalam dua file Microsoft Excel yang dibagi berdasarkan nama perusahaan. Berikut ini adalah contoh data harga saham yang telah dikumpulkan. Tabel 5.1 menunjukkan contoh data harga saham PT. Unilever dengan lima atribut, yaitu tanggal, *close*, *open*, *high*, dan *low* dengan periode Agustus 2014 hingga Agustus 2018. Tabel 5.2 menunjukkan contoh data saham PT. Kalbe Farma dengan lima atribut, yaitu tanggal, *close*, *open*, *high*, dan *low* dengan periode Agustus 2014 sampai Agustus 2018. Sedangkan Tabel 5.3 menunjukkan contoh data saham PT. Unilever hasil peramalan dengan lima atribut, yaitu tanggal, *close*, *open*, *high*, dan *low* dengan periode bulan September 2018. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada LAMPIRAN A.

**Tabel 5.1 Data Mentah Harga Saham PT. Unilever**

<b>Tanggal</b>	<b>Close</b>	<b>Open</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
04/08/2014	31475	29500	31475	29500
05/08/2014	30900	31400	31450	30775
06/08/2014	30750	30800	30950	30525
07/08/2014	30775	30500	31000	30500
...				
31/08/2018	43850	43500	43975	43175

**Tabel 5.2 Data Mentah Harga Saham PT. Kalbe Farma**

<b>Tanggal</b>	<b>Close</b>	<b>Open</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
4/8/2014	1655	1700	1700	1630
5/8/2014	1635	1665	1670	1625
6/8/2014	1595	1620	1625	1590
7/8/2014	1630	1585	1635	1580
...				
31/08/2018	1345	1340	1345	1290

**Tabel 5.3 Data Harga Saham PT. Unilever Hasil Peramalan**

<b>Tanggal</b>	<b>Close</b>	<b>Open</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
3/9/2018	44726.02	41553.13	41834.38	41136.25
4/9/2018	43551.02	41450.66	41721.71	41028.95
5/9/2018	43001.02	41432.29	41714.93	41010.07
6/9/2018	43001.02	41433.82	41700.74	40988.24
...				
28/09/2018	43851.02	40700.00	41087.50	40375.00

## **5.2. Pemrosesan dan Interpretasi Data**

Daridata yang telah dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai masing-masing indikator teknikal saham sesuai dengan rumus yang terdapat pada sub bab 2.2.2 untuk data harga saham PT. Unilever dan PT. Kalbe Farma. Tabel 5.4 menunjukkan contoh nilai indikator teknikal harga saham PT. Unilever yang terdiri dari nilai RSI, MACD, ADX, dan ROC, sedangkan Tabel 5.5 menunjukkan contoh nilai indikator teknikal harga saham PT. Kalbe Farma yang terdiri dari nilai RSI, MACD, ADX, dan ROC. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada LAMPIRAN B.



**Tabel 5.4 Indikator Teknikal Harga Saham PT. Unilever**

Tanggal	RSI	MACD	ADX	...	ROC
22/09/2014	50.51	13.72	14.84		0.95
23/09/2014	58.47	32.22	14.06		-1.02
24/09/2014	56.25	3.47	13.89		-1.65
25/09/2014	59.81	-29.47	13.82		0.00
...					
31/08/2018	45.05	383.15	21.63		2.93

**Tabel 5.5 Indikator Teknikal Harga Saham PT. Kalbe Farma**

Tanggal	RSI	MACD	ADX	...	ROC
22/09/2014	43.48	-3.15	-20.58		0.6
23/09/2014	43.48	-1.35	-26.84		1.19
24/09/2014	51.85	0.55	3.04		-0.89
25/09/2014	43.75	-0.38	-22.51		1.49
...					
31/08/2018	48.39	0.95	-13.42		6.75

Setelah nilai indikator teknikal untuk masing-masing data telah diketahui, langkah selanjutnya adalah memberi label data. Pemberian label data dilakukan dengan menghitung persentase nilai pengembalian dengan rumus :

$$\% \text{ Pengembalian} = \frac{\text{close 30 hari berikutnya} - \text{close saat ini}}{\text{close saat ini}} \times 100 \quad (5.1)$$

Setelah nilai persentase pengembalian diketahui, langkah selanjutnya adalah memberi label data sesuai dengan Tabel 4.1. *Source code* untuk pemberian label dapat dilihat pada Kode Program 5.1 Pemberian Label Data. Kode program ini menjelaskan tentang *method* countReturn. *Method* ini membutuhkan empat parameter, yaitu harga saham penutup hari ini, harga saham penutup 30 hari kemudian, persentase keuntungan, dan persentase kerugian seperti yang terlihat pada *line* 1. Pada kode program, nilai pengembalian dihitung pada *line* 3. Hasil penghitungan disimpan dalam variabel count. Selanjutnya, variabel count dibandingkan dengan persentase keuntungan dan persentase kerugian yang didapat dari

parameter *method* seperti yang terlihat pada line 4, 6, dan 8. *Method* ini menghasilkan label untuk data awal seperti pada line 5, 7, dan 9.

```

1. public static String countReturn(double closepricerecent, double closepricebuy, double profit, double loss){
2.     double count=0;
3.     count = ((closepricerecent - closepricebuy) / closepricebuy) * 100;
4.     if (count >= profit){
5.         return "0";
6.     } else if (count < (-1 * loss)) {
7.         return "2";
8.     } else {
9.         return "1";
10.    }
11. }

```

#### Kode Program 5.1 Pemberian Label Data

Setelah masing-masing data diberi label, langkah selanjutnya adalah membagi data menjadi data *training* dan data *testing*. Sebanyak 75% dari jumlah data masing-masing kelas akan masuk sebagai data *training*. Sedangkan 25% sisanya akan masuk sebagai data *testing*. Kedua data tersebut akan disimpan dalam tiga file berbeda, yaitu dua file CSV masing-masing untuk data *training* dan data *testing*, lalu satu file ARFF untuk data *training*.

### 5.3. Pembuatan Model untuk Sistem Pendukung Keputusan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan model untuk sistem pendukung keputusan dengan menggunakan library FURIA dari WEKA dan *toolkit* Juzzy pada perangkat lunak Netbeans.

#### 5.3.1. Inisialisasi variabel *input* dan *output* pada sistem

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi variabel *input* dan *output* pada model. Variabel *input* dan *output* masing-masing merupakan *instances* dari *class* Input dan Output. Berikut ini

adalah *source code* untuk inisialisasi variabel *input* dan *output* yang dapat dilihat pada Kode Program 5.2. Inisiasi variabel *input* dapat terlihat pada *line* 1, sedangkan inisiasi variabel *output* dapat terlihat pada *line* 2.

1. **static** Input terakhir, rsi, macd, ma, adx, di1, di2, atr, willr, roc;
2. **static** Output label;

### Kode Program 5.2 Inisiasi Variabel

Setelah melakukan inisiasi variabel *input* dan variabel *output*, Langkah selanjutnya adalah memberi nama dan domain untuk masing-masing variabel. Domain variabel merupakan daerah kemungkinan nilai untuk variabel *input* dan *output*. Domain variabel didefinisikan dengan menggunakan *class* Tuple dengan parameter nilai minimum dari domain dan nilai maksimum dari domain. Berikut ini adalah *source code* untuk memberi nama dan domain untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada Kode Program 5.3. Dalam memberikan nama dan domain untuk masing-masing variabel digunakan *constructor* dari *class* Input untuk variabel *input* dan *constructor* dari *class* Output untuk variabel *output*. Masing-masing *class* tersebut mempunyai *constructor* dengan dua parameter, yaitu nama variabel untuk parameter pertama dan domain nilai variabel sebagai parameter kedua yang disimpan menggunakan *class* Tuple dengan dua parameter pada *constructor*, yaitu nilai terkecil dalam Tuple sebagai parameter pertama dan nilai terbesar dalam Tuple sebagai parameter kedua.

```

1. terakhir = new Input("closingprice", new Tuple(0,100
000));
2. ma = new Input("ma", new Tuple(0,100000));
3. rsi = new Input("rsi", new Tuple(0,100));
4. macd = new Input("macd", new Tuple(-3000, 3000));
5. adx = new Input("adx", new Tuple (0, 100));
6. di1 = new Input("di1", new Tuple(0, 100));
7. di2 = new Input("di2", new Tuple(0, 100));
8. atr = new Input("atr", new Tuple(0, 3000));
9. willr = new Input("willr", new Tuple(-100, 0));
10. roc = new Input("roc", new Tuple(-100,100));
11. label = new Output("label", new Tuple(0, 2));

```

### Kode Program 5.3 Pemberian Nama dan Domain Variabel

#### 5.3.2. Membuat *Type-1 Fuzzy Rule* dari data *training*

Pembuatan *Type-1 Fuzzy Rule* didapatkan dari data *training* dengan menggunakan *library* FURIA yang terdapat pada WEKA. *Library* ini kemudian akan diimplementasikan dalam *source code* berbentuk Java seperti yang terlihat pada Kode Program 5.4. Proses ini termasuk dalam *method* type2fls yang membutuhkan tiga parameter, yaitu lokasi *file* data *training* dalam format CSV, lokasi *file* data *training* dalam format ARFF, dan tanggal yang dipilih pengguna pada sistem.

Langkah pertama yang dilakukan adalah membaca file ARFF yang berisi data *training* dengan menggunakan *class* *BufferedReader* dan *FileReader* seperti yang terlihat pada *line* 2. Karena isi dari file tidak dapat langsung digunakan, isi *file* ARFF yang telah dibaca oleh *BufferedReader* kemudian dibaca oleh *class* *ArffReader* seperti yang terlihat pada *line* 3. Data yang telah dibaca oleh *ArffReader* kemudian dimasukkan ke dalam *class* *Instances* pada *line* 4. Pada *line* 5, jenis dilakukan pengaturan *index class* dari *Instances*. Setelah data disimpan dalam *Instances*, langkah selanjutnya adalah inisiasi *classifier* FURIA dengan nama “fu” seperti yang terdapat pada *line* 6. Setelah *classifier* FURIA diinisiasi, dilakukan proses klasifikasi dengan menggunakan *library* FURIA seperti yang terlihat pada *line* 7 sampai 9. Pada *line* 10, *rule* yang terbentuk disimpan dalam variabel *rules* dengan tipe data *FastVector*.

```

1. public static String type2fls(String filename1, String filename2, String tanggal) throws Exception{
2.     BufferedReader bread1 = new BufferedReader(new FileReader(filename1));
3.     ArffReader arff = new ArffReader(bread1);
4.     Instances train = arff.getData();
5.     train.setClassIndex(train.numAttributes()-1);
6.     FURIA fu = new FURIA();
7.     fu.buildClassifier(train);
8.     Evaluation eval = new Evaluation(train);
9.     eval.evaluateModel(fu, train);
10.    FastVector rules = fu.getRuleset();
11.    ...

```

**Kode Program 5.4 Ekstraksi *Type-1 Fuzzy Rule***

### 5.3.3. Menentukan *Type-2 Fuzzy Set* dari masing-masing variabel

Tahap menentukan *Type-2 Fuzzy Set* dari masing-masing variabel bertujuan untuk memberikan *Upper Membership Function* (UMF) dan *Lower Membership Function* (LMF) untuk masing-masing variabel. UMF dan LMF yang terbentuk akan digunakan dalam tahap selanjutnya.

Pembentukan UMF dan LMF dilakukan dengan menggunakan model *Gaussian Membership Function*. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat *ArrayList* untuk menampung nilai dari masing-masing variabel serta memasukkan nilai variabel ke dalam *ArrayList* seperti yang terdapat pada Kode Program 5.5. Pada *line* 1 hingga 14 dilakukan pembuatan *ArrayList* untuk masing-masing variabel. Sedangkan pada *line* 15 hingga 30, dilakukan pengelompokan nilai variabel ke dalam masing-masing *ArrayList* variabel.

Setelah nilai masing-masing variabel telah dimasukkan dalam *ArrayList*, langkah selanjutnya adalah menghitung *mean* dan standar deviasi dari masing-masing kelas variabel. Proses perhitungan *mean* dan standar deviasi dilakukan dalam *method* *calculateMeanSD* seperti yang tercantum dalam Kode Program 5.6. *Method* ini membutuhkan tiga parameter, yaitu *ArrayList* yang berisi data yang ingin dihitung *mean* dan

standar deviasinya, lalu batas nilai minimal anggota *ArrayList* dan batas nilai maksimal anggota *ArrayList* seperti yang terlihat dalam *line* 1. Karena data yang digunakan dalam perhitungan *mean* dan standar deviasi hanya data yang berada di dalam *range* pada parameter, maka dibuat *ArrayList* untuk menyimpan data yang digunakan dalam perhitungan seperti yang terlihat pada *line* 2. Proses pengisian *ArrayList* yang telah dibuat dilakukan pada *line* 3 hingga 7.

Proses pengisian dilakukan dengan membandingkan masing-masing nilai pada *ArrayList* yang menjadi parameter dengan nilai minimal dan nilai maksimal yang terdapat pada parameter. *Method* ini menghasilkan sebuah *Array* yang berisi *mean* dan standar deviasi. *Array* tersebut diinisiasi pada *line* 8. Pada *line* 9 dilakukan inisiasi variabel yang digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan *mean* dan standar deviasi. Pada *line* 11 hingga 13 dilakukan penghitungan jumlah data yang terdapat dalam *ArrayList*. Hasil dari penghitungan jumlah data kemudian dibagi dengan banyaknya data dalam *ArrayList* untuk mendapatkan nilai *mean* seperti yang terlihat pada *line* 14. Nilai *mean* kemudian disimpan dalam *index* pertama dalam *Array* hasil pada *line* 15. Pada *line* 16 hingga 18 dilakukan penghitungan nilai standar deviasi. Hasil penghitungan standar deviasi kemudian disimpan dalam *index* kedua dalam *Array* hasil pada *line* 19.

```

1. ArrayList<Double> closeprice = new ArrayList<>();
2. ArrayList<Double> openprice = new ArrayList<>();
3. ArrayList<Double> highprice = new ArrayList<>();
4. ArrayList<Double> lowprice = new ArrayList<>();
5. ArrayList<Double> rsiarr = new ArrayList<>();
6. ArrayList<Double> macdarr = new ArrayList<>();
7. ArrayList<Double> maarr = new ArrayList<>();
8. ArrayList<Double> adxarr = new ArrayList<>();
9. ArrayList<Double> di1arr = new ArrayList<>();
10. ArrayList<Double> di2arr = new ArrayList<>();
11. ArrayList<Double> atrarr = new ArrayList<>();
12. ArrayList<Double> willrarr = new ArrayList<>();
13. ArrayList<Double> rocarr = new ArrayList<>();
14. ArrayList<Double> labelarr = new ArrayList<>();
15. for (int i=1; i<lines.size(); i++){
16. closeprice.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[1]))
    ;
17. openprice.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[2]));
18. highprice.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[3]));
19. lowprice.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[4]));
20. rsiarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[5]));
21. macdarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[6]));
22. maarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[7]));
23. adxarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[8]));
24. di1arr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[9]));
25. di2arr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[10]));
26. atrarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[11]));
27. willrarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[12]));
28. rocarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[13]));
29. labelarr.add(Double.parseDouble(lines.get(i)[14]));
30. }

```

### Kode Program 5.5 Pembuatan *ArrayList* untuk Variabel

*Method* calculateMeanSD digunakan sebagai parameter dalam *constructor* untuk *class* T1\_MF Gaussian. *Class* T1\_MF Gaussian merupakan *class* yang digunakan untuk membuat UMF dan LMF. Masing-masing variabel akan dibagi sesuai kategori seperti yang telah disebutkan pada **Error! Reference source not found.** Masing-masing kategori tersebut akan mempunyai UMF dan LMF. Berikut ini adalah *source code* untuk pemberian UMF dan LMF untuk masing-masing

kategori variabel seperti yang terlihat pada Kode Program 5.7. Pemberian UMF dilakukan dengan menggunakan *class* TIMF\_Gaussian yang membutuhkan tiga parameter dalam *constructor*-nya. Parameter pertama merupakan nama dari *membership function*. Parameter kedua merupakan nilai *mean* dan parameter ketiga merupakan nilai standar deviasi yang didapat dari penghitungan dengan menggunakan *method* calculateMeanSD. *Line* 1 menunjukkan proses pemberian UMF untuk harga saham penutup. Sedangkan *line* 2 menunjukkan proses pemberian LMF untuk harga saham penutup.

```

1. public static double[] calculatemeanSD(ArrayList<Double> temparr, double down, double up) {
2.     ArrayList<Double> category = new ArrayList<>();
3.     for(int i=0; i<temparr.size(); i++) {
4.         if (temparr.get(i) >= down && temparr.get(i)
5.             <= up) {
6.             category.add(temparr.get(i));
7.         }
8.     }
9.     double[] temp = new double[2];
10.    double sum = 0.0, standardDeviation = 0.0;
11.    int length = category.size();
12.    for(int i=0; i<category.size(); i++) {
13.        sum = sum + category.get(i);
14.    }
15.    double mean = sum/length;
16.    temp[0] = mean;
17.    for(int i=0; i<category.size(); i++) {
18.        standardDeviation = standardDeviation+Math.pow(category.get(i) - mean, 2);
19.    }
20.    temp[1] = Math.sqrt(standardDeviation/length);
21.    return temp;
22. }

```

**Kode Program 5.6 Method Menghitung Mean dan Standar Deviasi**



```

1. T1MF_Gaussian closeUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF
   Close Price", calculatemeanSD(closeprice, 0, 100000)
   )[0], calculatemeanSD(closeprice, 0, 100000)[1]
   *1.05);
2. T1MF_Gaussian closeLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF
   Close Price", calculatemeanSD(closeprice, 0, 100000)
   )[0], calculatemeanSD(closeprice, 0, 100000)[1]
   *0.95);

```

#### Kode Program 5.7 Pemberian UMF dan LMF Harga Penutup

Sedangkan Kode Program 5.8 merupakan *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel RSI. Terdapat lima kategori dalam variabel RSI, yaitu *oversold*, *sell*, *hold*, *buy*, dan *overbought*. Pada *line 1* dilakukan pemberian UMF untuk kategori *Oversold* pada variabel RSI. Karena dalam variabel RSI, data yang termasuk dalam kategori *Oversold* hanyalah data yang berada dalam *range* 0 – 30 seperti yang tertera dalam Tabel 4.3, maka dalam *method* *calculatemeanSD* angka 0 dan 30 digunakan sebagai batas atas dan batas bawah data. Pada *line 2* dilakukan pemberian LMF untuk kategori *Oversold* pada variabel RSI. Perbedaan dalam pemberian UMF dan LMF terletak pada parameter ketiga, dimana untuk UMF digunakan nilai standar deviasi + 0.05 untuk parameter ketiga dan untuk LMF digunakan nilai standar deviasi – 0.05 untuk parameter ketiga. Proses selanjutnya adalah pemberian UMF untuk masing-masing kategori lain pada variabel RSI seperti yang terlihat pada *line 3*, *5*, *7*, dan *9* serta pemberian LMF untuk masing-masing kategori lain pada variabel RSI seperti yang terlihat pada *line 4*, *6*, *8*, dan *10*.

Pada Kode Program 5.9 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel MACD dan MA. Pada *line 1* dan *2* dilakukan pemberian UMF dan LMF secara berurutan untuk kategori *sell* pada variabel MACD, diikuti dengan pemberian UMF dan LMF secara berurutan pada *line 3* dan *4* untuk kategori *buy*. Sedangkan pada *line 5* dan *6* dilakukan pemberian UMF dan LMF secara berurutan untuk kategori *sell* pada variabel MA, diikuti dengan pemberian

UMF dan LMF secara berurutan pada *line* 7 dan 8 untuk kategori *buy*.

```

1. T1MF_Gaussian rsi_oversoldUMF = new T1MF_Gaussian("U
  pper MF Oversold RSI", calculatemeanSD (rsiarr, 0, 3
  0)[0], calculatemeanSD(rsiarr, 0, 30)[1] *1.05);
2. T1MF_Gaussian rsi_oversoldLMF = new T1MF_Gaussian("L
  ower MF Oversold RSI", calculatemeanSD (rsiarr, 0, 3
  0)[0], calculatemeanSD(rsiarr, 0, 30)[1] *0.95);
3. T1MF_Gaussian rsi_sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
  MF Sell RSI", calculatemeanSD(rsiarr, 30, 45)[0], c
  alculatemeanSD(rsiarr, 30, 45)[1] *1.05);
4. T1MF_Gaussian rsi_sellLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
  MF Sell RSI", calculatemeanSD(rsiarr, 30, 45)[0], c
  alculatemeanSD(rsiarr, 30, 45)[1] *0.95);
5. T1MF_Gaussian rsi_holdUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
  MF Hold RSI", calculatemeanSD (rsiarr, 45, 55)[0],
  calculatemeanSD(rsiarr, 45, 55)[1] *1.05);
6. T1MF_Gaussian rsi_holdLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
  MF Hold RSI", calculatemeanSD (rsiarr, 45, 55)[0],
  calculatemeanSD(rsiarr, 45, 55)[1] *0.95);
7. T1MF_Gaussian rsi_buyUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
  MF Buy RSI", calculatemeanSD(rsiarr, 55, 70)[0], cal
  culatemeanSD(rsiarr, 55, 70)[1] *1.05);
8. T1MF_Gaussian rsi_buyLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
  MF Buy RSI", calculatemeanSD (rsiarr, 55, 70)[0], ca
  lculatemeanSD(rsiarr, 55, 70)[1] *0.95);
9. T1MF_Gaussian rsi_overboughtUMF = new T1MF_Gaussian(
  "Upper MF Overbought RSI", calculatemeanSD(rsiarr, 7
  0, 100)[0], calculatemeanSD(rsiarr, 70, 100)[1]
  *1.05);
10. T1MF_Gaussian rsi_overboughtLMF = new T1MF_Gaussian(
  "Lower MF Overbought RSI", calculatemeanSD(rsiarr, 7
  0, 100)[0], calculatemeanSD(rsiarr, 70, 100)[1]*0.95
  );

```

**Kode Program 5.8 Pemberian UMF dan LMF Variabel RSI**

```

1. T1MF_Gaussian macd_sellUMF = new T1MF_Gaussian( "Upper MF Sell MACD", calculatemeanSD(macdarr, -1000,
    0)[0], calculatemeanSD(macdarr, -1000, 0)[1]
    *1.05);
2. T1MF_Gaussian macd_sellLMF = new T1MF_Gaussian( "Lower MF Sell MACD", calculatemeanSD(macdarr, -
    1000, 0)[0], calculatemeanSD(macdarr, -1000, 0)[1]
    *0.95);
3. T1MF_Gaussian macd_buyUMF = new T1MF_Gaussian( "Upper MF Buy MACD", calculatemeanSD(macdarr, 0, 1000)[0],
    calculatemeanSD(macdarr, 0, 1000)[1] *1.05);
4. T1MF_Gaussian macd_buyLMF = new T1MF_Gaussian( "Lower MF Buy MACD", calculatemeanSD(macdarr, 0, 1000)[0],
    calculatemeanSD(macdarr, 0, 1000)[1] *0.95);
5. T1MF_Gaussian ma_sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF Sell MA", calculatemeanSD(maarr, -100000,
    0)[0], calculatemeanSD(maarr, -100000, 0)[1]
    *1.05);
6. T1MF_Gaussian ma_sellLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF Sell MA", calculatemeanSD(maarr, -100000,
    0)[0], calculatemeanSD(maarr, -100000,
    0)[1]*0.95);
7. T1MF_Gaussian ma_buyUMF = new T1MF_Gaussian( "Upper MF Buy MA", calculatemeanSD (maarr, 0, 100000)[0], c
    alculatemeanSD(maarr, 0, 100000)[1] *1.05);
8. T1MF_Gaussian ma_buyLMF = new T1MF_Gaussian( "Lower MF Buy MA", calculatemeanSD (maarr, 0, 100000)[0], c
    alculatemeanSD(maarr, 0, 100000)[1] *0.95);

```

#### Kode Program 5.9 Pemberian UMF dan LMF Variabel MACD dan MA

Pada Kode Program 5.10 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel ADX. Terdapat empat kategori untuk variabel ADX, yaitu *weak*, *strong*, *very strong*, dan *extremely strong*. *Line* 1 dan 2 menunjukkan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *weak* pada variabel ADX. *Line* 3 dan 4 menunjukkan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *strong*. *Line* 5 dan 6 menunjukkan pemberian UMF dan LMF untuk kategori *very strong*, dan *line* 7 serta 8 menunjukkan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *extremely strong* pada variabel ADX.

```

1. T1MF_Gaussian adx_weakUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF Weak ADX", calculatemeanSD (adxarr, 0, 25)[0], c
    calculatemeanSD(adxarr, 0, 25)[1] *1.05);
2. T1MF_Gaussian adx_weakLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower
    MF Weak ADX", calculatemeanSD (adxarr, 0, 25)[0],
    calculatemeanSD(adxarr, 0, 25)[1] *0.95);
3. T1MF_Gaussian adx_strongUMF = new T1MF_Gaussian ("Up
    per MF Strong ADX", calculatemeanSD (adxarr, 25, 50)
    [0], calculatemeanSD(adxarr, 25, 50)[1] *1.05);
4. T1MF_Gaussian adx_strongLMF = new T1MF_Gaussian ("L
    ower MF Strong ADX", calculatemeanSD (adxarr, 25, 50)
    [0], calculatemeanSD(adxarr, 25, 50)[1] *0.95);
5. T1MF_Gaussian adx_verystrongUMF = new T1MF_Gaussian
    ("Upper MF Very Strong ADX", calculatemeanSD(adxarr,
    50, 75)[0], calculatemeanSD(adxarr, 50, 75)[1]
    *1.05);
6. T1MF_Gaussian adx_verystrongLMF = new T1MF_Gaussian
    ("Lower MF Very Strong ADX", calculatemeanSD(adxarr,
    50, 75)[0], calculatemeanSD(adxarr, 50, 75)[1]
    *0.95);
7. T1MF_Gaussian adx_extremelystrongUMF = new T1MF_Gaus
    sian("Upper MF Extremely Strong ADX", calculatemeanS
    D(adxarr, 75, 100)[0], calculatemeanSD(adxarr, 75, 1
    00)[1] *1.05);
8. T1MF_Gaussian adx_extremelystrongLMF = new T1MF_Gaus
    sian("Lower MF Extremely Strong ADX", calculatemeanS
    D(adxarr, 75, 100)[0], calculatemeanSD(adxarr, 75, 1
    00)[1] *0.95);

```

#### Kode Program 5.10 Pemberian UMF dan LMF Variabel ADX

Pada Kode Program 5.11 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel DI+, DI-, dan ATR. *Line* 1 hingga 4 menunjukkan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *sell* dan *buy* pada variabel DI+. Sedangkan *line* 5 hingga 8 menunjukkan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *sell* dan *buy* pada variabel DI-. Pada *line* 9 hingga 12 dilakukan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *low volatility* dan *high volatility* untuk variabel ATR.

```

1. T1MF_Gaussian di1_sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF Sell DI1", calculatemeanSD(di1arr, 0, 0)[0], cal
    calculatemeanSD(di1arr, 0, 0)[1] *1.05);
2. T1MF_Gaussian di1_sellLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower
    MF Sell DI1", calculatemeanSD(di1arr, 0, 0)[0], ca
    calculatemeanSD(di1arr, 0, 0)[1] *0.95);
3. T1MF_Gaussian di1_buyUMF = new T1MF_Gaussian ("Upper
    MF Buy DI1", calculatemeanSD (di1arr, 0.01, 100)[0]
    , calculatemeanSD(di1arr, 0.01, 100)[1] *1.05);
4. T1MF_Gaussian di1_buyLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower
    MF Buy DI1", calculatemeanSD(di1arr, 0.01, 100)[0],
    calculatemeanSD(di1arr, 0.01, 100)[1] *0.95);
5. T1MF_Gaussian di2_sellUMF = new T1MF_Gaussian ("Upper
    MF Sell DI2", calculatemeanSD(di2arr, 0.01, 100)[0
    ], calculatemeanSD(di2arr, 0.01, 100)[1] *1.05);
6. T1MF_Gaussian di2_sellLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower
    MF Sell DI2", calculatemeanSD(di2arr, 0.01, 100)[0
    ], calculatemeanSD(di2arr, 0.01, 100)[1] *0.95);
7. T1MF_Gaussian di2_buyUMF = new T1MF_Gaussian ("Upper
    MF Buy DI2", calculatemeanSD(di2arr, 0, 0)[0], calc
    ulatemeanSD(di2arr, 0, 0)[1] *1.05);
8. T1MF_Gaussian di2_buyLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower
    MF Buy DI2", calculatemeanSD(di2arr, 0, 0)[0], calc
    ulatemeanSD(di2arr, 0, 0)[1] *0.95);
9. T1MF_Gaussian atr_lowUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF Low Volatility ATR", calculatemeanSD(atrarr, 0, 1
    000)[0], calculatemeanSD(atrarr, 0, 1000)[1]
    *1.05);
10. T1MF_Gaussian atr_lowLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
    MF Low Volatility ATR", calculatemeanSD(atrarr, 0, 1
    000)[0], calculatemeanSD(atrarr, 0, 1000)[1]
    *0.95);
11. T1MF_Gaussian atr_highUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF High Volatility ATR", calculatemeanSD(atrarr, 10
    00, 3000)[0], calculatemeanSD(atrarr, 1000, 3000)[1]
    *1.05);
12. T1MF_Gaussian atr_highLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
    MF High Volatility ATR", calculatemeanSD(atrarr, 10
    00, 3000)[0], calculatemeanSD( atrarr, 1000,
    3000)[1] *0.95);

```

**Kode Program 5.11 Pemberian UMF dan LMF Variabel DI+, DI-, ATR**

Pada Kode Program 5.12 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel Williams %R. Dalam Williams%R sendiri terdapat lima kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought*. Dari *line* 1 dan 2 dapat terlihat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Oversold* dengan *range* data -100 hingga -80 pada variabel Williams%R. Sedangkan pada *line* 3 dan 4 dapat terlihat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Sell* dengan *range* data -80 hingga -55 pada variabel Williams%R secara berurutan. Pada *line* 5 dan 6 dapat terlihat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Hold* dengan *range* data -55 hingga -45 pada variabel Williams%R secara berurutan. Selanjutnya pada *line* 7 dan 8 dapat terlihat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Buy* dengan *range* data -45 hingga -20 pada variabel Williams%R secara berurutan. Terakhir, pada *line* 9 dan 10 dapat terlihat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Overbought* dengan *range* data -20 hingga 0 pada variabel Williams%R secara berurutan.

Pada Kode Program 5.13 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel ROC. Pada *line* 1 dan 2 terdapat proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Oversold* pada variabel ROC. Kemudian diikuti oleh proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Sell* pada *line* 3 dan 4, kategori *Buy* pada *line* 5 dan 6, serta kategori *OverBought* pada *line* 7 dan 8.

```

1. T1MF_Gaussian willr_oversoldUMF = new T1MF_Gaussian
   ("Upper MF Oversold WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -100, -80)[0], calculatemeanSD(willrarr, -
   100, -80)[1] *1.05);
2. T1MF_Gaussian willr_oversoldLMF = new T1MF_Gaussian
   ("Lower MF Oversold WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -100, -80)[0], calculatemeanSD(willrarr, -
   100, -80)[1] *0.95);
3. T1MF_Gaussian willr_sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF Sell WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -
   80, -55)[0], calculatemeanSD(willrarr, -80, -55)[1]
   *1.05);
4. T1MF_Gaussian willr_sellLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF Sell WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -
   80, -55)[0], calculatemeanSD(willrarr, -80, -55)[1]
   *0.95);
5. T1MF_Gaussian willr_holdUMF = new T1MF_Gaussian ("Upper MF Hold WilliamR", calculatemeanSD (willrarr, -
   55, -45)[0], calculatemeanSD(willrarr, -55, -45)[1]
   *1.05);
6. T1MF_Gaussian willr_holdLMF = new T1MF_Gaussian ("Lower MF Hold WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -
   55, -45)[0], calculatemeanSD(willrarr, -55, -45)[1]
   *0.95);
7. T1MF_Gaussian willr_buyUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF Buy WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -45, -
   20)[0], calculatemeanSD(willrarr, -45, -20)[1]
   *1.05);
8. T1MF_Gaussian willr_buyLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF Buy WilliamR", calculatemeanSD(willrarr, -45, -
   20)[0], calculatemeanSD(willrarr, -45, -20)[1]
   *0.95);
9. T1MF_Gaussian willr_overboughtUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF Overbought WilliamR", calculatemeanSD(wi
   llrarr, -20, 0)[0], calculatemeanSD(willrarr, -
   20, 0)[1] *1.05);
10. T1MF_Gaussian willr_overboughtLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF Overbought WilliamR", calculatemeanSD(wi
   llrarr, -20, 0)[0], calculatemeanSD(willrarr, -
   20, 0)[1] *0.95);

```

**Kode Program 5.12 Pemberian UMF dan LMF Variabel Will%R**

```

1. T1MF_Gaussian roc_oversoldUMF = new T1MF_Gaussian ("
    Upper MF Oversold ROC", calculatemeanSD(rocarr, -
    100, -30)[0], calculatemeanSD(rocarr, -100, -
    30)[1]*1.05);
2. T1MF_Gaussian roc_oversoldLMF = new T1MF_Gaussian ("
    Lower MF Oversold ROC", calculatemeanSD (rocarr, -
    100, -30)[0], calculatemeanSD(rocarr, -100, -30)[1]
    *0.95);
3. T1MF_Gaussian roc_sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF Sell ROC", calculatemeanSD(rocarr, -
    30, 0)[0], calculatemeanSD(rocarr, -30, 0)[1]
    *1.05);
4. T1MF_Gaussian roc_sellLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
    MF Sell ROC", calculatemeanSD(rocarr, -
    30, 0)[0], calculatemeanSD(rocarr, -30, 0)[1]
    *0.95);
5. T1MF_Gaussian roc_buyUMF = new T1MF_Gaussian("Upper
    MF Buy ROC", calculatemeanSD(rocarr, 0, 30)[0], calc
    ulatemeanSD(rocarr, 0, 30)[1] *1.05);
6. T1MF_Gaussian roc_buyLMF = new T1MF_Gaussian("Lower
    MF Buy ROC", calculatemeanSD(rocarr, 0, 30)[0], calc
    ulatemeanSD(rocarr, 0, 30)[1] *0.95);
7. T1MF_Gaussian roc_overboughtUMF = new T1MF_Gaussian(
    "Upper MF Overbought ROC", calculatemeanSD(rocarr, 3
    0, 100)[0], calculatemeanSD(rocarr, 30, 100)[1]
    *1.05);
8. T1MF_Gaussian roc_overboughtLMF = new T1MF_Gaussian(
    "Lower MF Overbought ROC", calculatemeanSD(rocarr, 3
    0, 100)[0], calculatemeanSD(rocarr, 30, 100)[1]
    *0.95);

```

### Kode Program 5.13 Pemberian UMF dan LMF Variabel ROC

Pada Kode Program 5.14 berisi tentang *source code* untuk memberikan UMF dan LMF pada variabel *output*, yaitu label data. Pada *line* 1 dan 2 dilakukan proses pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Sell*. Sedangkan pada *line* 3 dan 4 dilakukan pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Hold*. Pemberian UMF dan LMF untuk kategori *Buy* dilakukan di *line* 5 dan 6.



```

1. T1MF_Gaussian sellUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF
   Sell", 0, 0.05);
2. T1MF_Gaussian sellLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF
   Sell", 0, -0.05);
3. T1MF_Gaussian holdUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF
   Hold", 1, 0.05);
4. T1MF_Gaussian holdLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF
   Hold", 1, -0.05);
5. T1MF_Gaussian buyUMF = new T1MF_Gaussian("Upper MF B
   uy", 2, 0.05);
6. T1MF_Gaussian buyLMF = new T1MF_Gaussian("Lower MF B
   uy", 2, -0.05);

```

**Kode Program 5.14 Pemberian UMF dan LMF Variabel *Output***

Setelah masing-masing variabel ditentukan UMF dan LMF nya, langkah selanjutnya adalah membuat *interval membership function* untuk masing-masing variabel. *Interval Membership Function* dibuat menggunakan *class* *IntervalT2MF\_Gaussian*. *Interval membership function* didapatkan dari menggabungkan UMF sebagai batas atas dan LMF sebagai batas bawah seperti yang terlihat pada Kode Program 5.15 untuk *source code* pembuatan *interval membership function* untuk variabel harga penutup saham, RSI, MACD, dan MA. Pada *line* 1 dilakukan proses pembuatan *interval type-2 membership function* untuk variabel harga saham penutup. Sedangkan pada *line* 2 hingga 6 dilakukan pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought* pada variabel RSI. Pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Sell* dan *Buy* pada variabel MACD dilakukan pada *line* 7 dan 8. Terakhir, pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Sell* dan *Buy* pada variabel MA dilakukan pada *line* 9 dan 10.

```

1. IntervalT2MF_Gaussian closeMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Close Price",closeUMF,closeLMF);
2. IntervalT2MF_Gaussian rsi_oversoldMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Oversold RSI", rsi_oversoldUMF,rsi_oversoldLMF);
3. IntervalT2MF_Gaussian rsi_sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell RSI", rsi_sellUMF, rsi_sellLMF);
4. IntervalT2MF_Gaussian rsi_holdMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Hold RSI", rsi_holdUMF, rsi_holdLMF);
5. IntervalT2MF_Gaussian rsi_buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy RSI", rsi_buyUMF, rsi_buyLMF);
6. IntervalT2MF_Gaussian rsi_overboughtMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Overbought RSI", rsi_overboughtUMF,rsi_overboughtLMF);
7. IntervalT2MF_Gaussian macd_sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell MACD",macd_sellUMF,macd_sellLMF);
8. IntervalT2MF_Gaussian macd_buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy MACD",macd_buyUMF, macd_buyLMF);
9. IntervalT2MF_Gaussian ma_sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell MA",ma_sellUMF,ma_sellLMF);
10. IntervalT2MF_Gaussian ma_buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy MA",ma_buyUMF,ma_buyLMF);

```

**Kode Program 5.15 Pembuatan *Interval Type-2* MF Variabel Close, RSI, MACD, MA**

Pada Kode Program 5.16 menunjukkan *source code* pembuatan *interval membership function* untuk variabel ADX, DI+, DI-, dan ATR. Pada line 1 hingga 4 dilakukan proses pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *weak*, *strong*, *very strong*, dan *extremely strong* pada variabel ADX. Sedangkan pada line 5 dan 6 dilakukan pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Sell* dan *Buy* pada variabel DI+. Pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Sell* dan *Buy* pada variabel DI- dilakukan pada line 7 dan 8. Terakhir, pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Low volatility* dan

*High Volatility* pada variabel ATR dilakukan pada *line* 9 dan 10.

```

1. IntervalT2MF_Gaussian adx_weakMF = new IntervalT2MF_
   Gaussian("IT2MF for Weak ADX",adx_weakUMF,adx_weakLM
   F);
2. IntervalT2MF_Gaussian adx_strongMF = new IntervalT2M
   F_Gaussian("IT2MF for Strong ADX",adx_strongUMF,adx_
   strongLMF);
3. IntervalT2MF_Gaussian adx_verystrongMF = new Interva
   lT2MF_Gaussian("IT2MF for Very Strong ADX",adx_verystr
   ongUMF,adx_verystrongLMF);
4. IntervalT2MF_Gaussian adx_extremelystrongMF = new In
   tervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Extremely Strong ADX"
   ,adx_extremelystrongUMF,adx_extremelystrongLMF);
5. IntervalT2MF_Gaussian di1_sellMF = new IntervalT2MF_
   Gaussian("IT2MF for Sell DI+", di1_sellUMF,di1_sellL
   MF);
6. IntervalT2MF_Gaussian di1_buyMF = new IntervalT2MF_G
   aussian("IT2MF for Buy DI+", di1_buyUMF,di1_buyLMF);
7. IntervalT2MF_Gaussian di2_sellMF = new IntervalT2MF_
   Gaussian("IT2MF for Sell DI-
   ", di2_sellUMF,di2_sellLMF);
8. IntervalT2MF_Gaussian di2_buyMF = new IntervalT2MF_G
   aussian("IT2MF for Buy DI-
   ", di2_buyUMF,di2_buyLMF);
9. IntervalT2MF_Gaussian atr_lowMF = new IntervalT2MF_G
   aussian("IT2MF for Low Volatility ATR", atr_lowUMF,a
   tr_lowLMF);
10. IntervalT2MF_Gaussian atr_highMF = new IntervalT2MF_
   Gaussian("IT2MF for High Volatility ATR", atr_highUM
   F,atr_highLMF);

```

**Kode Program 5.16 Pembuatan *Interval Type-2* MF untuk DI+, DI-, ADX, ATR**

Sedangkan *source code* pada Kode Program 5.17 menunjukkan pembuatan *interval membership function* untuk variabel Williams %R, ROC, dan label data. Pada *line* 1 hingga 5 dilakukan proses pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *oversold*, *sell*, *hold*, *buy*, dan *overbought* pada variabel Williams%R. Sedangkan pada

line 6 hingga 9 dilakukan pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought* pada variabel ROC. Pembuatan *interval type-2 membership function* untuk kategori *Sell*, *Hold*, dan *Buy* pada variabel label dilakukan pada line 10 hingga 12.

```

1. IntervalT2MF_Gaussian willr_oversoldMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Oversold WilliamR",willr_oversoldUMF,willr_oversoldLMF);
2. IntervalT2MF_Gaussian willr_sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell WilliamR",willr_sellUMF,willr_sellLMF);
3. IntervalT2MF_Gaussian willr_holdMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Hold WilliamR",willr_holdUMF,willr_holdLMF);
4. IntervalT2MF_Gaussian willr_buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy WilliamR",willr_buyUMF,willr_buyLMF);
5. IntervalT2MF_Gaussian willr_overboughtMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Overbought WilliamR",willr_overboughtUMF,willr_overboughtLMF);
6. IntervalT2MF_Gaussian roc_oversoldMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Oversold ROC",roc_oversoldUMF,roc_oversoldLMF);
7. IntervalT2MF_Gaussian roc_sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell ROC",roc_sellUMF,roc_sellLMF);
8. IntervalT2MF_Gaussian roc_buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy ROC",roc_buyUMF,roc_buyLMF);
9. IntervalT2MF_Gaussian roc_overboughtMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Overbought ROC",roc_overboughtUMF,roc_overboughtLMF);
10. IntervalT2MF_Gaussian sellMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Sell",sellUMF,sellLMF);
11. IntervalT2MF_Gaussian holdMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Hold", holdUMF, holdLMF);
12. IntervalT2MF_Gaussian buyMF = new IntervalT2MF_Gaussian("IT2MF for Buy",buyUMF,buyLMF);

```

**Kode Program 5.17 Pembuatan *Interval Type-2* MF untuk Will%R, ROC, Label**

### 5.3.4. Menentukan *antecedent* dan *consequent*

Langkah selanjutnya adalah membentuk *antecedent* dan *consequent* agar variabel dapat digunakan dalam *Type-2 Fuzzy Rule*. *Antecedent* dibuat menggunakan *class* IT2\_Antecedent, sedangkan *consequent* diibuat menggunakan *class* IT2\_Consequent. Masing-masing *class* membutuhkan tiga parameter, yaitu nama *antecedent* dan *consequent*, *interval membership function*, dan variabel *input* atau *output*. Berikut ini adalah *source code* untuk pembentukan *antecedent* untuk variabel harga penutup saham, RSI, MACD, dan MA pada Kode Program 5.18. Pada *line* 1 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk variabel harga saham penutup. Pada *line* 2 hingga 6 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk variabel RSI. Sedangkan pembentukan *antecedent* untuk variabel MACD dilakukan pada *line* 7 dan 8. Pembentukan *antecedent* untuk variabel MA dilakukan pada *line* 9 dan 10.

```

1. IT2_Antecedent priceclose = new IT2_Antecedent("ClosePrice", closeMF, terakhir);
2. IT2_Antecedent rsi_oversold = new IT2_Antecedent("OversoldRSI", rsi_oversoldMF, rsi);
3. IT2_Antecedent rsi_sell = new IT2_Antecedent("SellRSI", rsi_sellMF, rsi);
4. IT2_Antecedent rsi_hold = new IT2_Antecedent("HoldRSI", rsi_holdMF, rsi);
5. IT2_Antecedent rsi_buy = new IT2_Antecedent("BuyRSI", rsi_buyMF, rsi);
6. IT2_Antecedent rsi_overbought = new IT2_Antecedent("OverboughtRSI", rsi_overboughtMF, rsi);
7. IT2_Antecedent macd_sell = new IT2_Antecedent("SellMACD", macd_sellMF, macd);
8. IT2_Antecedent macd_buy = new IT2_Antecedent("BuyMACD", macd_buyMF, macd);
9. IT2_Antecedent ma_sell = new IT2_Antecedent("SellMA", ma_sellMF, ma);
10. IT2_Antecedent ma_buy = new IT2_Antecedent("BuyMA", ma_buyMF, ma);

```

Kode Program 5.18 Penentuan *antecedent* pada Close, RSI, MACD, MA

Sedangkan pada Kode Program 5.19 terdapat *source code* untuk pembentukan *antecedent* pada variabel ADX, DI+, DI-, dan Williams%R. Pada *line* 1 hingga 4 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk variabel ADX. Pada *line* 5 dan 6 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk variabel DI+. Sedangkan pembentukan *antecedent* untuk variabel DI- dilakukan pada *line* 7 dan 8. Pembentukan *antecedent* untuk variabel Williams%R dilakukan pada *line* 9 hingga 13.

```

1. IT2_Antecedent adx_weak = new IT2_Antecedent("WeakAD
   X", adx_weakMF, adx);
2. IT2_Antecedent adx_strong = new IT2_Antecedent("Stro
   ngADX", adx_strongMF, adx);
3. IT2_Antecedent adx_verystrong = new IT2_Antecedent("
   VeryStrongADX", adx_verystrongMF, adx);
4. IT2_Antecedent adx_extremelystrong = new IT2_Anteced
   ent("ExtremelyStrongADX", adx_extremelystrongMF, adx
   );
5. IT2_Antecedent di1_sell = new IT2_Antecedent("SellDI
   1", di1_sellMF, di1);
6. IT2_Antecedent di1_buy = new IT2_Antecedent("BuyDI1"
   , di1_buyMF, di1);
7. IT2_Antecedent di2_sell = new IT2_Antecedent("SellDI
   2", di2_sellMF, di2);
8. IT2_Antecedent di2_buy = new IT2_Antecedent("BuyDI2"
   , di2_buyMF, di2);
9. IT2_Antecedent willr_oversold = new IT2_Antecedent (
   "OversoldWilliamsR", willr_oversoldMF, willr);
10. IT2_Antecedent willr_sell = new IT2_Antecedent ("Sel
   lWilliamsR", willr_sellMF, willr);
11. IT2_Antecedent willr_hold = new IT2_Antecedent("Hold
   WilliamsR", willr_holdMF, willr);
12. IT2_Antecedent willr_buy = new IT2_Antecedent("BuyWi
   lliamsR", willr_buyMF, willr);
13. IT2_Antecedent willr_overbought = new IT2_Antecedent
   ("OverboughtWilliamsR", willr_overboughtMF, willr);

```

**Kode Program 5.19** Penentuan *antecedent* pada DI+, DI-, ADX, Will%R

Lalu pada Kode Program 5.20 terdapat *source code* untuk pembentukan *antecedent* pada variabel ATR, ROC, dan pembentukan *consequent* untuk variabel label. Pada *line* 1 dan

2 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk kategori *Low Volatility* dan *High Volatility* pada variabel ATR. Pada line 4 hingga 6 dilakukan pembentukan *antecedent* untuk kategori *Oversold*, *Sell*, *Buy*, dan *Overbought* pada variabel ROC. Sedangkan pembentukan *consequent* untuk kategori *Sell*, *Hold*, dan *Buy* pada variabel label dilakukan pada line 7 hingga 9.

```

1. IT2_Antecedent atr_high = new IT2_Antecedent("HighVo
   lATR", atr_highMF, atr);
2. IT2_Antecedent atr_low = new IT2_Antecedent("LowVoLA
   TR", atr_lowMF, atr);
3. IT2_Antecedent roc_oversold = new IT2_Antecedent("Ov
   ersoldROC", roc_oversoldMF, roc);
4. IT2_Antecedent roc_sell = new IT2_Antecedent("SellRO
   C", roc_sellMF, roc);
5. IT2_Antecedent roc_buy = new IT2_Antecedent("BuyROC"
   , roc_buyMF, roc);
6. IT2_Antecedent roc_overbought = new IT2_Antecedent("
   OverboughtROC", roc_overboughtMF, roc);
7. IT2_Consequent sell = new IT2_Consequent("Sell", sel
   lMF, label);
8. IT2_Consequent hold = new IT2_Consequent("Hold", hol
   dMF, label);
9. IT2_Consequent buy = new IT2_Consequent("Buy", buyMF
   , label);

```

**Kode Program 5.20 Penentuan *antecedent* pada ATR, ROC dan Penentuan *consequent* pada label**

### 5.3.5. Mengubah bentuk *Type-1 Fuzzy Rule Base* menjadi bentuk *Type-2 Fuzzy Rule Base*

Setelah *antecedent* dan *consequent* terbentuk, tahap selanjutnya adalah mengubah *Type-1 Fuzzy Rule Base* yang telah terbentuk menjadi *Type-2 Fuzzy Rule Base*. Langkah pertama yang dilakukan adalah inisiasi *Type-2 Fuzzy Rule Base* pada class *IT2\_Rulebase* dengan ukuran sesuai dengan jumlah *rules* yang terbentuk sebelumnya. Inisialisasi *Type-2 Fuzzy Rule Base* terdapat pada Kode Program 5.21. Pada line 1 dilakukan inisiasi *rulebase* dengan menggunakan class

IT2\_Rulebase. Sedangkan pada *line 2* dilakukan inisiasi *rule* dengan menggunakan *class* IT2\_Rule.

```
1. IT2_Rulebase rulebase = new IT2_Rulebase(rules.size(
   ));
2. IT2_Rule rule;
```

#### Kode Program 5.21 Inisialisasi Type-2 Fuzzy Rulebase

Langkah selanjutnya adalah mendapatkan *antecedent* dan *consequent* dari *rule* yang telah terbentuk. *Source code* untuk mendapatkan *antecedent* dan *consequent* dari *rule* terdapat pada Kode Program 5.22. Pada *line 2* dilakukan konversi *type-1 fuzzy rule* ke dalam bentuk *String* untuk kemudian diolah menjadi bentuk *type-2 fuzzy rule*. Setelah itu, pada *line 3* dilakukan inisiasi *Array* dan variabel untuk menampung hasil pemetaan *antecedent* dan *consequent*. Pada *line 5* hingga *9* dilakukan pemetaan *consequent*. Sedangkan pada *line 10* dilakukan pendefinisian ukuran *Array* untuk hasil pemetaan *antecedent*. Sebelum dilakukan proses pemetaan *antecedent*, bentuk *String* dari *type-1 fuzzy rule* kemudian diolah pada *line 11* hingga *24* untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Proses ini dilakukan sebanyak jumlah *rule* yang terbentuk pada tahap pembentukan *type-1 fuzzy rule*.

Setelah *antecedent* didapatkan, *antecedent* tersebut dipetakan dengan *antecedent* yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. *Source code* untuk memetakan *antecedent* untuk variabel harga saham penutup, RSI, MACD, dan MA terdapat pada Kode Program 5.23. Pada *line 2* dilakukan pemetaan *antecedent* untuk variabel harga saham penutup. Selanjutnya pada *line 3* hingga *13* dilakukan pemetaan *antecedent* untuk variabel RSI. Pemetaan *antecedent* untuk variabel MACD dilakukan di *line 14* hingga *18*. Terakhir, pemetaan *antecedent* untuk variabel MA dilakukan di *line 19* hingga *23*.



```

1. for (int k=0; k < rules.size(); k++){
2.     String rulestr = ((RipperRule) rules.elementAt(k))
        . toString(train.classAttribute());
3.     IT2_Antecedent[] antd; IT2_Consequent cnsq;
4.     int cons = Integer.parseInt (rulestr.substring (ru
        lestr.length()-1));
5.     switch (cons) {
6.         case 0 : cnsq = sell; break;
7.         case 1 : cnsq = hold; break;
8.         case 2 : cnsq = buy; break;
9.         default : cnsq = hold; break;    }
10.    antd = new IT2_Antecedent[rulestr.split(" and ").l
        ength];
11.    rulestr = rulestr.substring(0, rulestr.length()-
        11);
12.    String[] tempantd = rulestr.split(" and ");
13.    String att; String[] num = new String[2];
14.    String[] nump; int count, arrsize;
15.    for (int i=0; i<tempantd.length; i++){
16.        tempantd[i] = tempantd[i].substring(1);
17.        att = tempantd[i].split(" in ")[0];
18.        nump = (tempantd[i].split(" in ")[1].substring
            (1, (tempantd[i].split(" in ")[1].length()-
            2)).split(", "));
19.        count = 0;
20.        for (int j=0; j<nump.length; j++){
21.            if (!nump[j].equals("inf") && !nump[j].
                equals("-inf")){
22.                num[count] = nump[j];
23.                count++;    }
24.            }

```

**Kode Program 5.22 Mendapatkan *antecedent* dan *consequent* dari *rule***

Pada Kode Program 5.24 terdapat *source code* untuk memetakan *antecedent* pada variabel ATR, ADX, DI+, DI-, dan Williams% R. *Line* 1 hingga 5 menunjukkan proses pemetaan *antecedent* untuk variabel ATR. Sedangkan pada *line* 6 hingga 14 dilakukan pemetaan *antecedent* untuk variabel ADX. Pemetaan *antecedent* untuk variabel DI+ dilakukan pada *line* 15 hingga 19. Sedangkan pemetaan *antecedent* untuk variabel DI- dilakukan pada *line* 20 hingga

24. Pada *line* 25 hingga 35 dilakukan pemetaan *antecedent* untuk variabel Williams%R.

```

1.  switch(att){
2.      case "Terakhir" : antd[i] = priceclose; break;
3.      case "RSI" :
4.          if (Double.parseDouble(num[0]) <= 30) {
5.              antd[i] = rsi_oversold; break;
6.          } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 45) {
7.              antd[i] = rsi_sell; break;
8.          } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 55) {
9.              antd[i] = rsi_hold; break;
10.         } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 70) {
11.             antd[i] = rsi_buy; break;
12.         } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 100)
13.             antd[i] = rsi_overbought; break; }
14.     case "MACD" :
15.         if (Double.parseDouble(num[0]) < 0) {
16.             antd[i] = macd_sell; break;
17.         } else if (Double.parseDouble(num[0]) >= 0) {
18.             antd[i] = macd_buy; break; }
19.     case "MA10" :
20.         if (Double.parseDouble(num[0]) < 0) {
21.             antd[i] = ma_sell; break;
22.         } else if (Double.parseDouble(num[0]) >= 0) {
23.             antd[i] = ma_buy; break; }

```

#### Kode Program 5.23 Pemetaan *antecedent* untuk Close, RSI, MACD, MA

Pada Kode Program 5.25 terdapat *source code* untuk memetakan *antecedent* pada variabel ROC dan mengumpulkan *antecedent* dan *consequent* yang telah dipetakan menjadi *rules*. *Rules* yang terbentuk kemudian akan ditambahkan ke dalam *Type-2 Fuzzy Rule Base*. *Line* 2 dan 3 menunjukkan proses pemetaan untuk kategori *Oversold*, kemudian diikuti *line* 4 dan 5 untuk kategori *Sell*, *line* 6 dan 7 untuk kategori *Buy*, *line* 8 dan 9 untuk kategori *Overbought* pada variabel ROC. Pada *line* 12 dilakukan proses pembentukan *rule* berdasarkan hasil pemetaan *antecedent* dan *consequent*. Selanjutnya pada *line* 13 dilakukan proses

penambahan *rule* yang telah dibentuk pada *line* 12 ke dalam *rulebase*.

```

1. case "ATR" :
2.   if (Double.parseDouble(num[0]) < 1000) {
3.     antd[i] = atr_low; break;
4.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) >= 1000) {
5.     antd[i] = atr_high; break; }
6. case "ADX" :
7.   if (Double.parseDouble(num[0]) <= 25) {
8.     antd[i] = adx_weak; break;
9.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 50) {
10.    antd[i] = adx_strong; break;
11.  } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 75) {
12.    antd[i] = adx_verystrong; break;
13.  } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 100) {
14.    antd[i] = adx_extremelystrong; break; }
15. case "DI+" :
16.   if (Double.parseDouble(num[0]) == 0) {
17.     antd[i] = di1_sell; break;
18.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) != 0) {
19.     antd[i] = di1_buy; break; }
20. case "DI-" :
21.   if (Double.parseDouble(num[0]) != 0) {
22.     antd[i] = di2_sell; break;
23.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) == 0) {
24.     antd[i] = di2_buy; break; }
25. case "%R" :
26.   if (Double.parseDouble(num[0]) <= -80) {
27.     antd[i] = willr_oversold; break;
28.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= -55) {
29.     antd[i] = willr_sell; break;
30.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= -45) {
31.     antd[i] = willr_hold; break;
32.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= -20) {
33.     antd[i] = willr_buy; break;
34.   } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 0) {
35.     antd[i] = willr_overbought; break; }

```

**Kode Program 5.24 Pemetaan *antecedent* untuk ATR, ADX, DI+, DI-, Will%R**

```

1.  case "ROC" :
2.      if (Double.parseDouble(num[0]) <= -30) {
3.          antd[i] = roc_oversold; break;
4.      } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 0) {
5.          antd[i] = roc_sell; break;
6.      } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 30) {
7.          antd[i] = roc_buy; break;
8.      } else if (Double.parseDouble(num[0]) <= 100) {
9.          antd[i] = roc_overbought; break;
10.     }break;
11.     default : antd[i]=null; break; } }
12. rule = new IT2_Rule(antd, cnsq);
13. rulebase.addRule(rule);

```

**Kode Program 5.25 Pemetaan *antecedent* untuk ROC dan Pembentukan *Rule***

### 5.3.6. Melakukan *type reducer* dan *defuzzification* dari *Type-2 Fuzzy Rule Base*

Setelah *Type-2 Fuzzy Rule Base* telah terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan *type reducer* dan *defuzzification* untuk mendapatkan hasil klasifikasi dari data. *Type reducer* berfungsi untuk menurunkan tipe *fuzzy rule base* dari *interval type-2 fuzzy rule base* menjadi *type-1 fuzzy rule base*. Sedangkan *defuzzification* bertujuan untuk menghasilkan label yang *crisp* dari hasil *type reducer*. Proses *type reducer* dilakukan dengan menggunakan *method* *getLabel*. *Method* *getLabel* membutuhkan 10 parameter yang merupakan nilai dari masing-masing indikator teknikal. *Source code* untuk *method* *getLabel* terdapat pada Kode Program 5.26. Pada line 2 hingga 6 dilakukan pengambilan variabel *input* sesuai dengan yang terdapat pada parameter *method* di line 1. Sedangkan pada line 7 hingga 10 dilakukan penghitungan hasil rekomendasi berdasarkan *type-2 fuzzy rule base* yang terbentuk.

```

1. private static double getLabel(double inclose, double
   inrsi, double inmacd, double inma, double inadx, d
   ouble indi1, double indi2, double inatr, double inwi
   llr, double inroc) {
2.     terakhir.setInput(inclose); roc.setInput(inroc);
3.     rsi.setInput(inrsi);      macd.setInput(inmacd);
4.     ma.setInput(inma);        adx.setInput(inadx);
5.     di1.setInput(indi1);      di2.setInput(indi2);
6.     atr.setInput(inatr);      willr.setInput(inwillr);
7.     TreeMap<Output, Object[]> centroid = rulebase.eva
       luateGetCentroid(1);
8.     Object[] centroidTip = centroid.get(label);
9.     Tuple centroidTipXValues = (Tuple)centroidTip[0];
10.    double centroidTipYValues = ((Double)centroidTip[
       1]);
11.    return (rulebase.evaluate(1).get(label));
12. }

```

#### Kode Program 5.26 Method getLabel

Metode yang digunakan dalam melakukan *type reducer* adalah *centroid type reduction*. Method *getLabel* digunakan untuk mendapatkan hasil *type-1 fuzzy rule base* yang akan digunakan sebagai masukan untuk *defuzzification*. Berikut ini adalah *source code* untuk melakukan *defuzzification* seperti yang terdapat pada Kode Program 5.27. Pada *line 1* dilakukan proses penghitungan rekomendasi menggunakan *method* *getLabel* dengan parameter berupa variabel *input*. Setelah itu, pada *line 2* hingga 8 dilakukan proses pengkategorian hasil klasifikasi. Untuk menentukan hasil klasifikasi, hasil dari *type-reducer* akan dimasukkan ke dalam salah satu kategori variabel *output*, yaitu *sell*, *hold*, atau *buy*. Dasar pengkategorian dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6 Range Penentuan Kategori Klasifikasi**

Range	Label	Kategori
0 – 0.67	0.0	Sell
0.68 – 1.33	1.0	Hold
1.34 - 2	2.0	Buy

```

1. get = getTip(Double.parseDouble(linesf1s1.get(m)[1])
   , Double.parseDouble(linesf1s1.get(m)[2]), Double.pa
   rseDouble(linesf1s1.get(m)[3]), Double.parseDouble(l
   inesf1s1.get(m)[4]), Double.parseDouble(linesf1s1.ge
   t(m)[5]), Double.parseDouble(linesf1s1.get(m)[6]), D
   ouble.parseDouble(linesf1s1.get(m)[7]), Double.parse
   Double(linesf1s1.get(m)[8]), Double.parseDouble(line
   sf1s1.get(m)[9]), Double.parseDouble(linesf1s1.get(m
   s1[10]));
2. if (get <= 0.67){
3.     get = 0.0;
4. } else if (get > 0.67 && get < 1.33){
5.     get = 1.0;
6. } else {
7.     get = 2.0;
8. }

```

**Kode Program 5.27 Proses *defuzzification***

### 5.3.7. Melakukan pengujian akurasi model yang dibuat

Proses pengujian akurasi model yang dibuat dilakukan setelah proses *defuzzification*. Proses ini dilakukan dengan cara melakukan klasifikasi dengan model yang telah dibuat dengan berbagai skenario parameter. Hasil dari klasifikasi akan dibandingkan dengan label awal data yang kemudian akan dimasukkan ke dalam *confusion matrix* untuk dihitung akurasi. *Source code* untuk penghitungan akurasi model dengan data *training* terdapat pada Kode Program 5.28. Sedangkan *source code* untuk penghitungan akurasi model dengan data *testing* terdapat pada Kode Program 5.29. Pada *line* 1 untuk masing-masing kode program dilakukan inisiasi *Array* yang akan digunakan sebagai *confusion matrix*. Pada Kode Program 5.28, proses penghitungan hasil rekomendasi dilakukan pada *line* ke 3. Sedangkan pada Kode Program

5.29, proses penghitungan hasil rekomendasi dilakukan pada *line* 7. Pada Kode Program 5.28 *line* 4 hingga 27 dilakukan proses pemetaan hasil rekomendasi pada *confusion matrix*. Setelah hasil rekomendasi dipetakan dalam *confusion matrix*, langkah selanjutnya ialah menghitung banyaknya data yang termasuk dalam *True Positive* (TP). Proses penghitungan TP dilakukan pada *line* 28. Setelah nilai TP didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung banyaknya seluruh data. Proses ini dilakukan pada *line* 29. Setelah nilai TP dan banyaknya seluruh data didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai akurasi model yang didapatkan dengan membagi nilai TP dengan banyaknya seluruh data. Proses ini dilakukan pada *line* 30. Sedangkan pada Kode Program 5.29 proses penghitungan akurasi model dilakukan di *line* 8 hingga 31 untuk pemetaan hasil rekomendasi, *line* 32 untuk penghitungan jumlah *True Positive*, *line* 33 untuk penghitungan banyaknya seluruh data, dan *line* 34 untuk penghitungan nilai akurasi model.

```

1. int[][] cmtrain= new int[3][3];
2. for (int m=0; m<labelarr.size(); m++){
3.     get = getTip(closeprice.get(m), rsiarr.get(m), m
    acdarr.get(m), maarr.get(m), adxarr.get(m), dilarr.g
    et(m), di2arr.get(m), atrarr.get(m), willrarr.get(m)
    , rocarr.get(m));
4.     if (get <= 0.67){
5.         get = 0.0;
6.         if (labelarr.get(m) == 0.0){
7.             cmtrain[0][0]++;
8.         } else if (labelarr.get(m) == 1.0) {
9.             cmtrain[0][1]++;
10.        } else if (labelarr.get(m) == 2.0) {
11.            cmtrain[0][2]++; }
12.    } else if (get > 0.67 && get < 1.33){
13.        get = 1.0;
14.        if (labelarr.get(m) == 0.0){
15.            cmtrain[1][0]++;
16.        } else if (labelarr.get(m) == 1.0) {
17.            cmtrain[1][1] = cmtrain[1][1] + 1;
18.        } else if (labelarr.get(m) == 2.0) {
19.            cmtrain[1][2] = cmtrain[1][2] + 1; }
20.    } else {
21.        get = 2.0;
22.        if (labelarr.get(m) == 0.0){
23.            cmtrain[2][0]++;
24.        } else if (labelarr.get(m) == 1.0) {
25.            cmtrain[2][1]++;
26.        } else if (labelarr.get(m) == 2.0) {
27.            cmtrain[2][2]++; } } }
28. double truetrain = ((double)cmtrain[1][1]+ (double)c
    mtrain[0][0]+(double)cmtrain[2][2]);
29. double sumtrain = (double)cmtrain[0][0]+ (double)cmt
    rain[0][1]+(double)cmtrain[0][2]+(double)cmtrain[1][
    0]+(double)cmtrain[1][1]+(double)cmtrain[1][2]+(doub
    le)cmtrain[2][0]+(double)cmtrain[2][1]+(double)cmtra
    in[2][2];
30. double acctrain = truetrain/sumtrain;

```

**Kode Program 5.28** Pengujian Akurasi Model Pada Data *Training*



```

1. int[][] cmtest= new int[3][3];
2. Double[] lined = new Double[11];
3. for (int m=1; m<lines1.size(); m++){
4.     for (int p=1; p<12; p++){
5.         lined[p-1]=Double.parseDouble(lines1.get(m)
6.         [p]);
7.     }
8.     get = getTip(lined[0],lined[1],lined[2],lined[3],lined[4],lined[5],lined[6],lined[7],lined[9],lined[9]);
9.     if (get <= 0.67){
10.        get = 0.0;
11.        if (linedouble[10] == 0.0){
12.            cmtest[0][0]++;
13.        } else if (linedouble[10] == 1.0) {
14.            cmtest[0][1]++;
15.        } else if (linedouble[10] == 2.0) {
16.            cmtest[0][2]++;
17.        } else if (get > 0.67 && get < 1.33){
18.            get = 1.0;
19.            if (linedouble[10] == 0.0){
20.                cmtest[1][0]++;
21.            } else if (linedouble[10] == 1.0) {
22.                cmtest[1][1]++;
23.            } else if (linedouble[10] == 2.0) {
24.                cmtest[1][2]++;
25.            }
26.        } else {
27.            get = 2.0;
28.            if (linedouble[10] == 0.0){
29.                cmtest[2][0]++;
30.            } else if (linedouble[10] == 1.0) {
31.                cmtest[2][1]++;
32.            } else if (linedouble[10] == 2.0) {
33.                cmtest[2][2]++;
34.            }
35.        }
36.        double truetest = ((double)cmtest[1][1]+(double)cmtest[0][0]+(double)cmtest[2][2]);
37.        double sumtest = (double)cmtest[0][0]+(double)cmtest[0][1]+(double)cmtest[0][2]+(double)cmtest[1][0]+(double)cmtest[1][1]+(double)cmtest[1][2]+(double)cmtest[2][0]+(double)cmtest[2][1]+(double)cmtest[2][2];
38.        double acctest = truetest/sumtest;

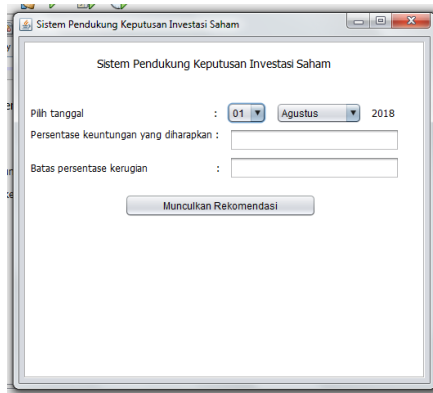
```

**Kode Program 5.29** Pengujian Akurasi Model Pada Data *Testing*

#### 5.4. Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan

Pada penelitian ini, sistem pendukung keputusan yang dibuat berfungsi sebagai penerima *input* dari pengguna dan

menampilkan hasil rekomendasi. Pembuatan sistem pendukung keputusan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Netbeans dan bahasa pemrograman Java. Gambar 5.1 menunjukkan tampilan sistem pendukung keputusan yang telah dibuat.



**Gambar 5.1 Tampilan Sistem Pendukung Keputusan**

Pada tampilan sistem pendukung keputusan terdapat tiga jenis *input* yang harus diisi oleh pengguna. Yang pertama adalah tanggal yang ingin dimunculkan rekomendasinya. Yang kedua adalah persentase keuntungan yang diharapkan, dan yang ketiga batas persentase kerugian. Langkah pertama yang dilakukan adalah inisialisasi variabel yang akan digunakan sebagai tempat menyimpan variabel masukan pengguna. Berikut ini adalah *source code* untuk inisialisasi variabel seperti yang terlihat pada Kode Program 5.30. Pada *line* 1 dilakukan inisiasi untuk variabel yang menyimpan masukan mengenai persentase keuntungan dan persentase kerugian dari pengguna. Sedangkan pada *line* 2 dilakukan inisiasi variabel yang menyimpan masukan mengenai tanggal dari pengguna dan hasil rekomendasi model.

```
1. double profit, loss;
2. String tanggal, tanggalall, result;
```

**Kode Program 5.30 Inisialisasi Variabel *Input* dalam Sistem**

Berikut ini adalah *source code* untuk mengambil masukan dari pengguna kepada sistem seperti yang terlihat pada Kode Program 5.31. Pada *line* 1 dilakukan proses pengambilan data tanggal dari masukan pengguna pada sistem. Setelah itu, tanggal diformat sesuai dengan tanggal yang tersimpan pada data pada *line* 2. Pada *line* 3, dilakukan proses pengambilan masukan pengguna mengenai persentase keuntungan pada sistem, dan diikuti oleh pengambilan masukan persentase kerugian pada *line* 4.

```
1. tanggal = (String)jCbTanggal.getSelectedItem();
2. tanggalall = tanggal+"/08/2018";
3. profit = Double.parseDouble(txtProfit1.getText());
4. loss = Double.parseDouble(txtLoss.getText());
```

**Kode Program 5.31 Mengambil *input* dari Pengguna**

Setelah masukan pengguna disimpan pada variabel, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi dengan model sistem pendukung keputusan yang telah dibuat di tahap sebelumnya dan memunculkan hasil rekomendasi. *Source code* untuk langkah ini dapat dilihat pada Kode Program 5.32. Pada *line* 1 dilakukan proses pemanggilan model pada *class* Spk. Hasil dari pemanggilan model akan disimpan dalam variabel "result". Setelah itu, variabel "result" akan ditampilkan dalam sistem sesuai yang tertera pada *line* 2.

```
1. result = Spk.mainspk(profit,loss, "C:\\training.csv"
    , "C:\\trainingdone.csv", "C:\\ trainingdone.arff",
    "C:\\ testing.csv", "C:\\ testingdone.csv",tanggalall
    1);
2. txtRecom.setText("Rekomendasi : \r\n" + result);
```

**Kode Program 5.32 Memunculkan Hasil Rekomendasi**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VI

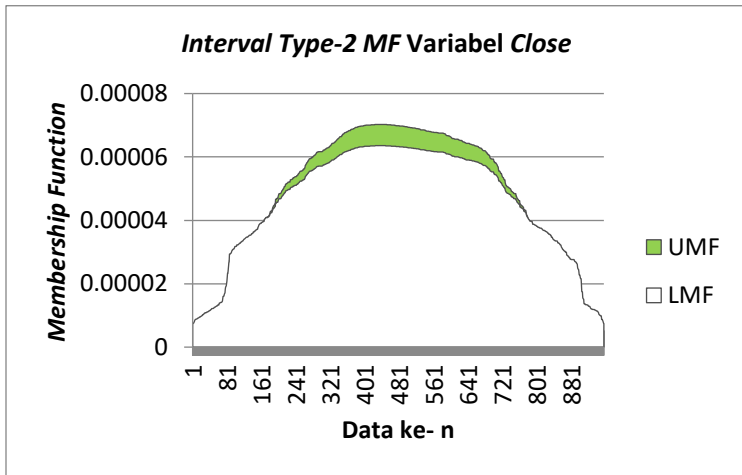
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan mengenai hasil proses uji coba model dan analisis hasil yang diperoleh dari hasil uji coba model, serta pemilihan model terbaik *Type-2 Fuzzy Rule Base* untuk sistem pendukung keputusan.

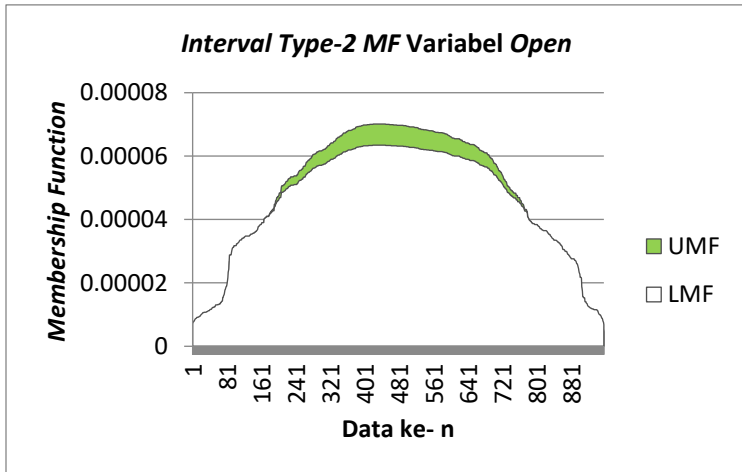
#### **6.1. Hasil Pembentukan *Type-2 Fuzzy Sets***

Salah satu tahapan dalam proses pembuatan model sistem pendukung keputusan dalam tugas akhir ini adalah tahap pembentukan *interval type-2 fuzzy membership function* untuk masing-masing kategori pada variabel. Berikut ini adalah beberapa grafik hasil pembentukan *interval type-2 fuzzy membership function (interval type-2 fuzzy MF)* untuk masing-masing kategori. Untuk *interval type-2 fuzzy membership function* yang terbentuk ditandai dengan daerah berwarna hijau, dimana *Upper Membership Function* (UMF) sebagai batas atas dan *Lower Membership Function* (LMF) sebagai batas bawah. Karena model yang digunakan dalam pembentukan *interval type-2 fuzzy membership function* adalah *Gaussian Membership Function*, maka dalam pembentukannya dibutuhkan nilai *mean* dan standar deviasi untuk masing-masing kategori. Perbedaan UMF dan LMF pada setiap kategori terletak pada nilai standar deviasi, dimana untuk UMF nilai standar deviasi adalah sebesar 5% lebih besar dibandingkan nilai standar deviasi normal dan untuk LMF adalah sebesar 5% lebih kecil dibandingkan dengan nilai standar deviasi normal. Seperti pada Gambar 6.1 yang menunjukkan grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk variabel *close*. Variabel ini mempunyai nilai *mean* sebesar 42899.16 dan nilai standar deviasi 6277.48 untuk UMF dan 5679.62 untuk LMF. Sedangkan pada Gambar 6.2 terdapat grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk variabel *open*. Variabel ini mempunyai nilai *mean*

sebesar 42893.16 dan nilai standar deviasi 6288.54 untuk UMF dan 5689.63 untuk LMF.



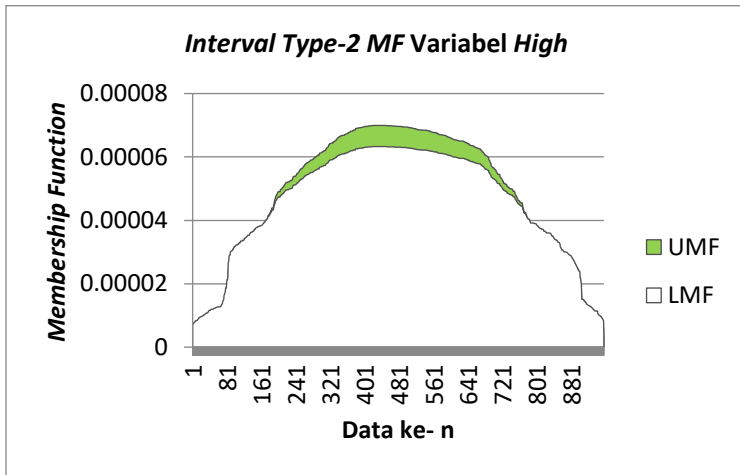
Gambar 6.1 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Variabel *Close*



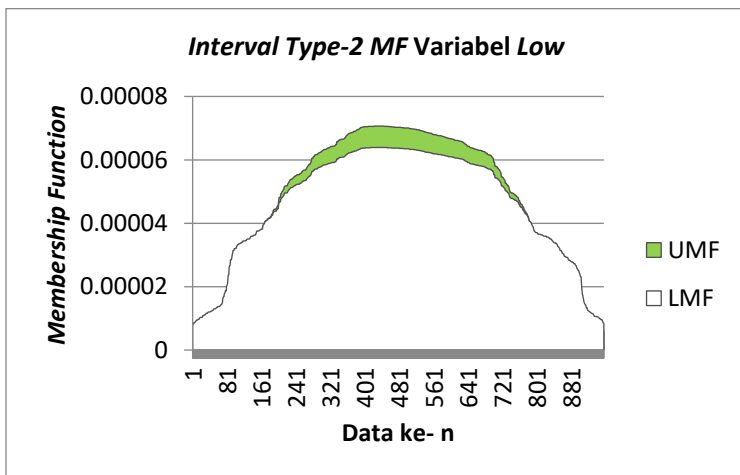
Gambar 6.2 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Variabel *Open*

Gambar 6.3 menunjukkan grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk variabel *high*. Variabel ini

mempunyai nilai *mean* sebesar 43313.01 dan nilai standar deviasi 6304.49 untuk UMF dan 5704.06 untuk LMF.



Gambar 6.3 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Variabel *High*

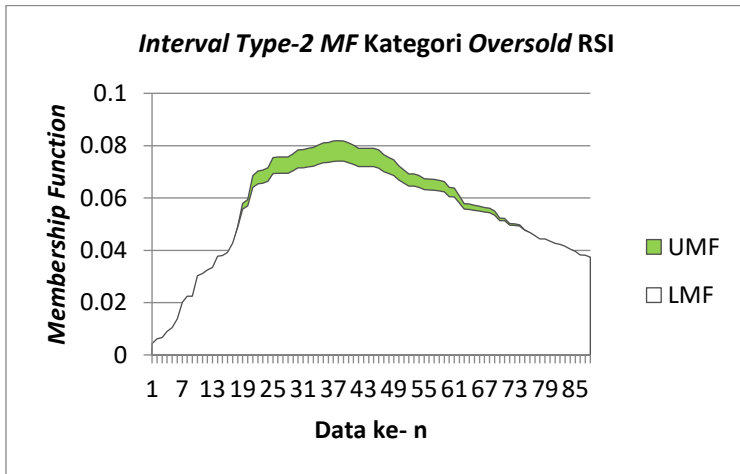


Gambar 6.4 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Variabel *Low*

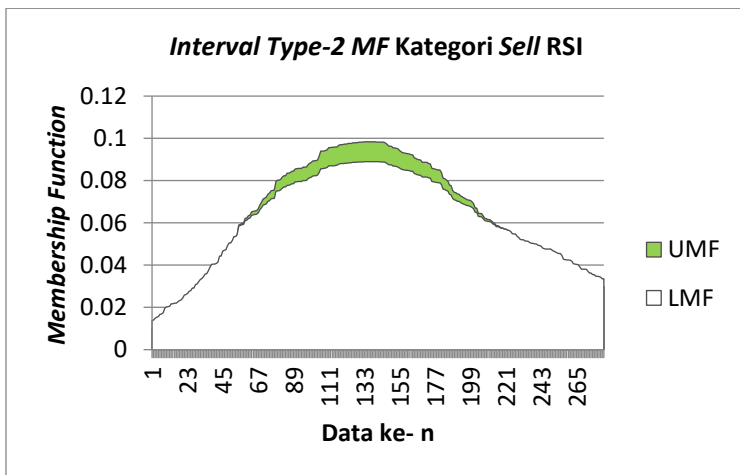
Gambar 6.4 menunjukkan grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk variabel *low*. Variabel ini mempunyai nilai *mean* sebesar 42447.34 dan nilai standar deviasi 6242.64 untuk UMF dan 5648.1 untuk LMF. Keempat variabel di atas hanya mempunyai satu kategori, sehingga hanya terbentuk satu grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk masing-masing variabel.

Variabel RSI terdiri dari lima kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought*. Untuk kategori *oversold*, nilai *mean* nya adalah 23.69 dan nilai standar deviasi 5.38 untuk UMF dan 4.87 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *oversold* RSI terdapat pada Gambar 6.5. Sedangkan untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah 38.73 dan nilai standar deviasi 4.48 untuk UMF dan 4.05 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *sell* RSI terdapat pada Gambar 6.6. Untuk kategori *hold*, nilai *mean* nya adalah 50.04 dan nilai standar deviasi 2.93 untuk UMF dan 2.65 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *hold* RSI terdapat pada Gambar 6.7. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah 60.72 dan nilai standar deviasi 4.33 untuk UMF dan 3.92 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy* RSI terdapat pada Gambar 6.8. Terakhir untuk kategori *overbought*, nilai *mean* nya adalah 80.04 dan nilai standar deviasi 8.02 untuk UMF dan 7.25 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *overbought* RSI terdapat pada Gambar 6.9.

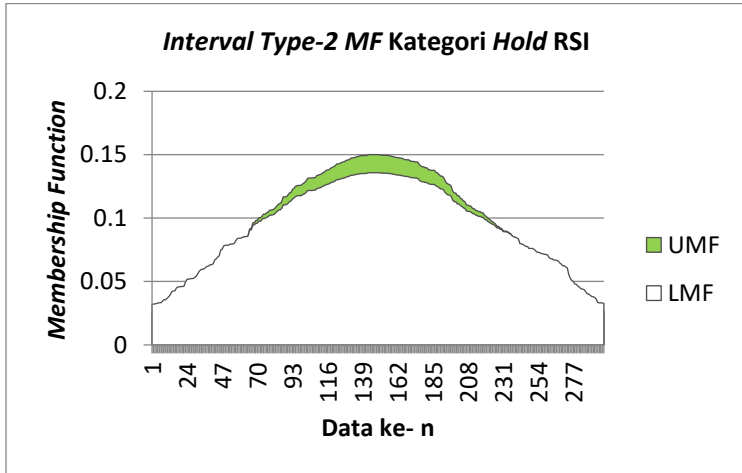




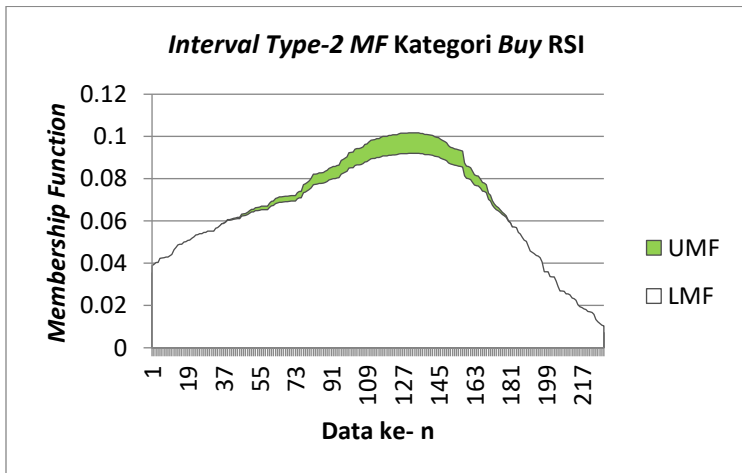
**Gambar 6.5** Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Oversold RSI*



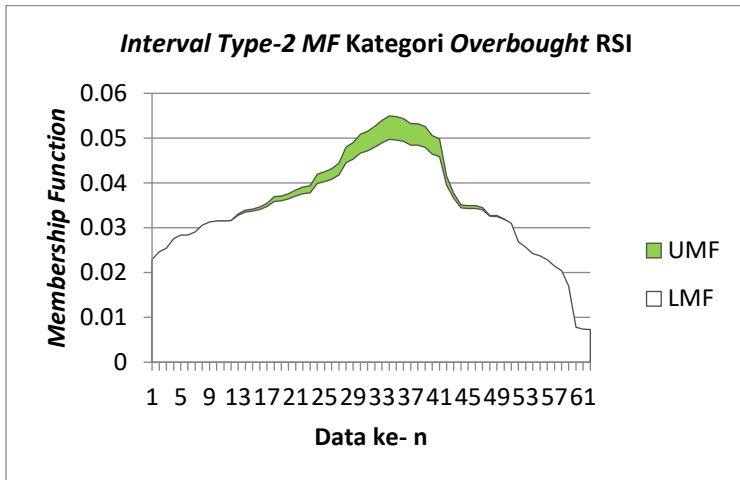
**Gambar 6.6** Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Sell RSI*



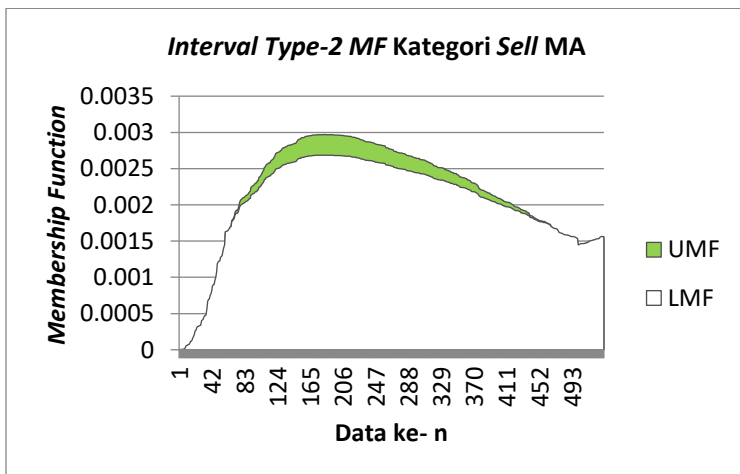
Gambar 6.7 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Hold RSI



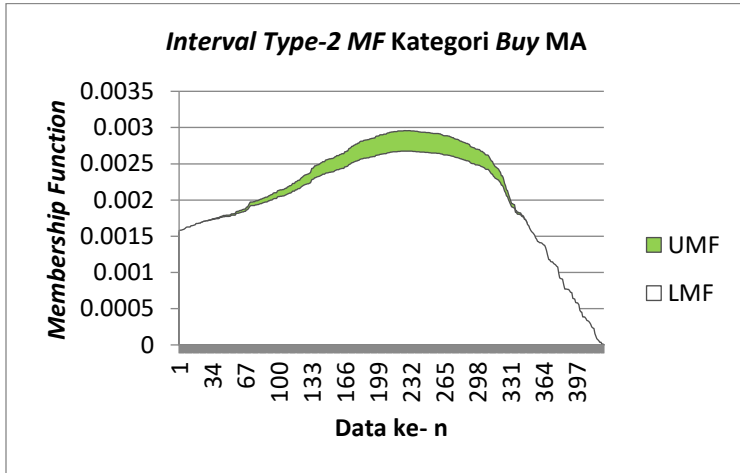
Gambar 6.8 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Buy RSI



**Gambar 6.9 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Overbought RSI***



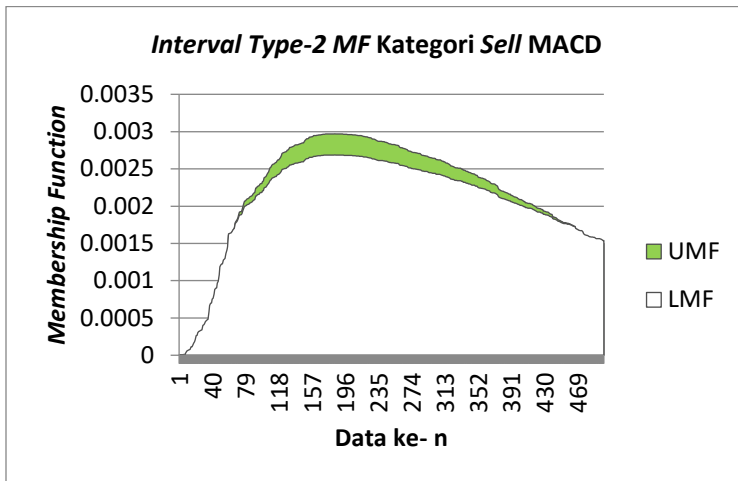
**Gambar 6.10 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Sell MA***



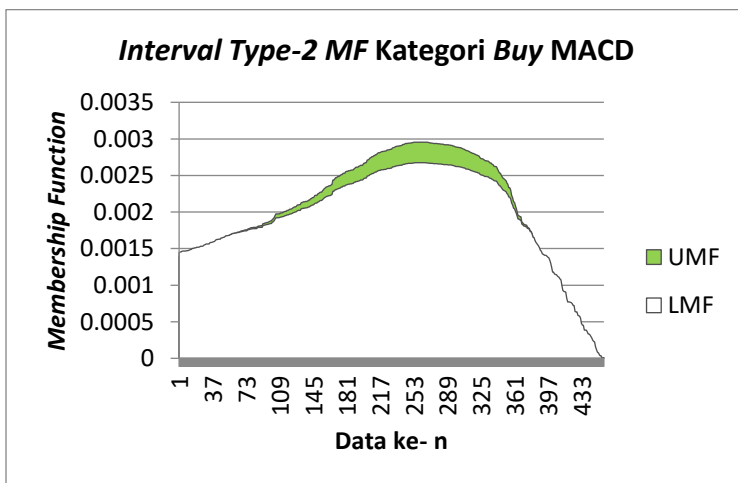
**Gambar 6.11** Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Buy MA*

Variabel MA terdiri dari dua kategori, yaitu *Sell* dan *Buy*. Untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah -772.18 dan nilai standar deviasi 781.44 untuk UMF dan 707.02 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *sell* MA terdapat pada Gambar 6.10. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah 653.33 dan nilai standar deviasi 620.45 untuk UMF dan 561.36 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy* MA terdapat pada Gambar 6.11.

Sedangkan untuk variabel MACD terdiri dari dua kategori, yaitu *Sell* dan *Buy*. Untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah -157.15 dan nilai standar deviasi 148.47 untuk UMF dan 134.33 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *sell* MACD terdapat pada Gambar 6.12. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah 165.94 dan nilai standar deviasi 149.17 untuk UMF dan 134.96 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy* MACD terdapat pada Gambar 6.13.

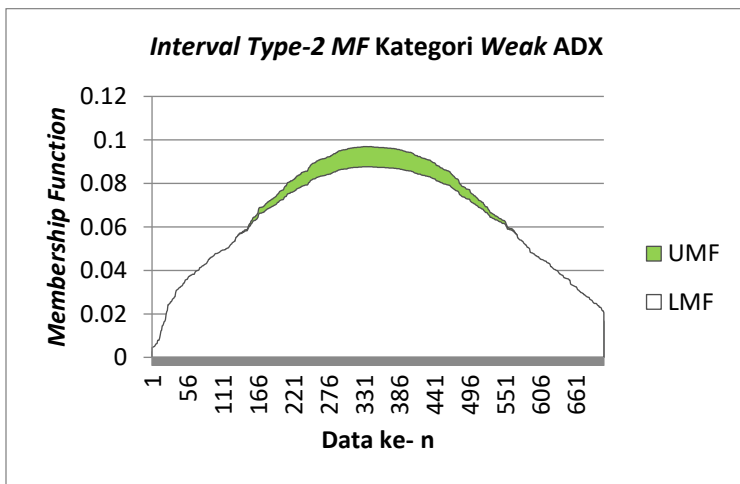


**Gambar 6.12 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Sell MACD**

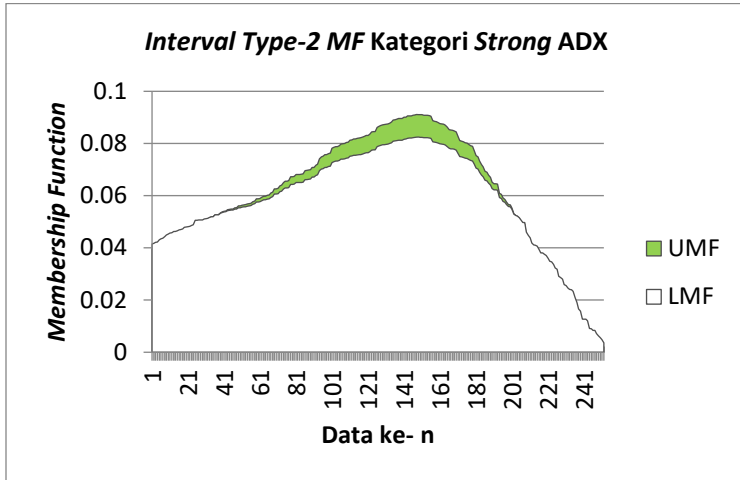


**Gambar 6.13 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Buy MACD**

Variabel ADX terdiri dari empat kategori, yaitu *Weak*, *Strong*, *Very Strong*, dan *Extremely Strong*. Untuk kategori *weak*, nilai *mean* nya adalah 17.23 dan nilai standar deviasi 4.55 untuk UMF dan 4.11 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *weak* ADX terdapat pada Gambar 6.14. Sedangkan untuk kategori *strong*, nilai *mean* nya adalah 30.68 dan nilai standar deviasi 4.83 untuk UMF dan 4.37 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *strong* ADX terdapat pada Gambar 6.15. Karena tidak ada data nilai ADX yang termasuk dalam kategori *very strong* dan *extremely strong*, maka tidak terjadi pembentukan *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kedua kategori tersebut.



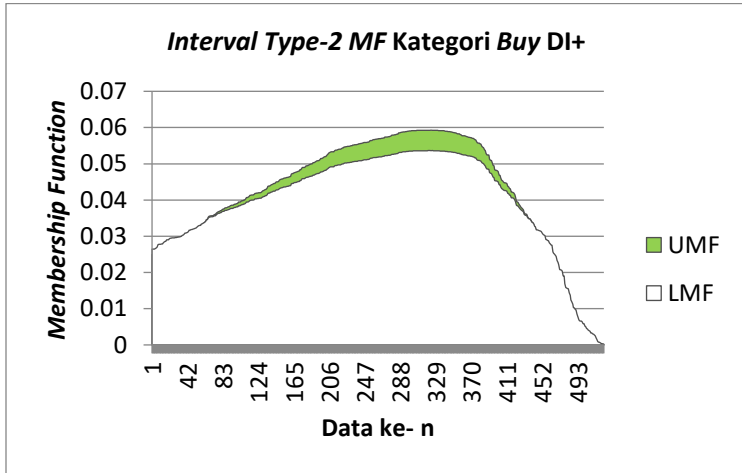
Gambar 6.14 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Weak* ADX



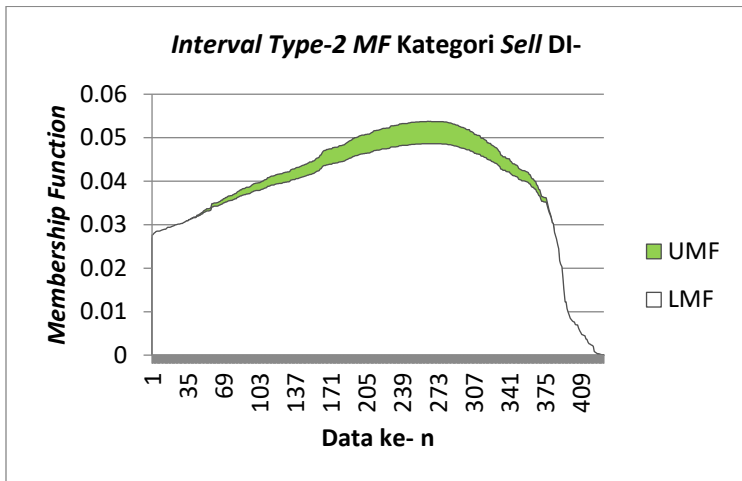
**Gambar 6.15 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Strong ADX**

Variabel  $DI^+$  terdiri dari dua kategori, yaitu *Sell* dan *Buy*. Untuk kategori *sell*, karena nilai *mean* nya adalah 0 dan nilai standar deviasi 0 untuk UMF dan 0 untuk LMF, maka grafik tidak dapat terbentuk. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah 8.85 dan nilai standar deviasi 7.43 untuk UMF dan 6.73 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy*  $DI^+$  terdapat pada Gambar 6.16.

Sedangkan untuk variabel  $DI^-$  terdiri dari dua kategori, yaitu *Sell* dan *Buy*. Untuk kategori *buy*, karena nilai *mean* nya adalah 0 dan nilai standar deviasi 0 untuk UMF dan 0 untuk LMF, maka grafik tidak dapat terbentuk. Sedangkan untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah 8.85 dan nilai standar deviasi 7.43 untuk UMF dan 6.73 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy*  $DI^+$  terdapat pada Gambar 6.17.

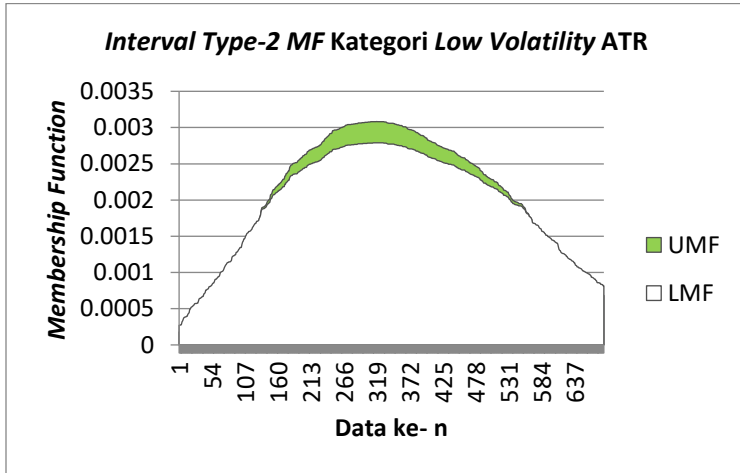


Gambar 6.16 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Buy DI+*

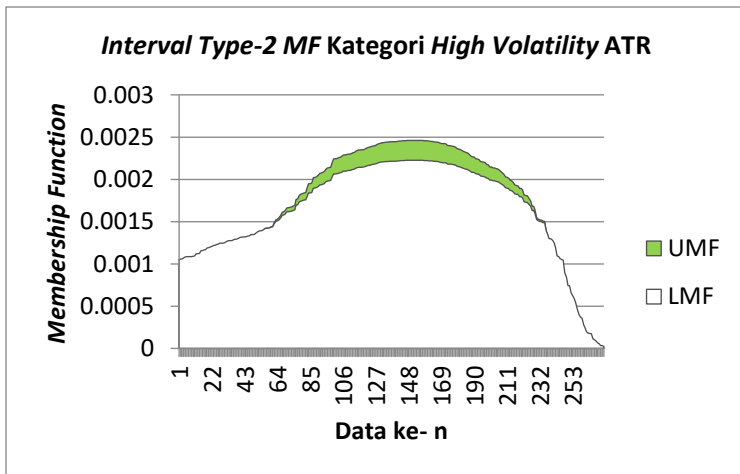


Gambar 6.17 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Sell DI-*





**Gambar 6.18** Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Low Volatility ATR*

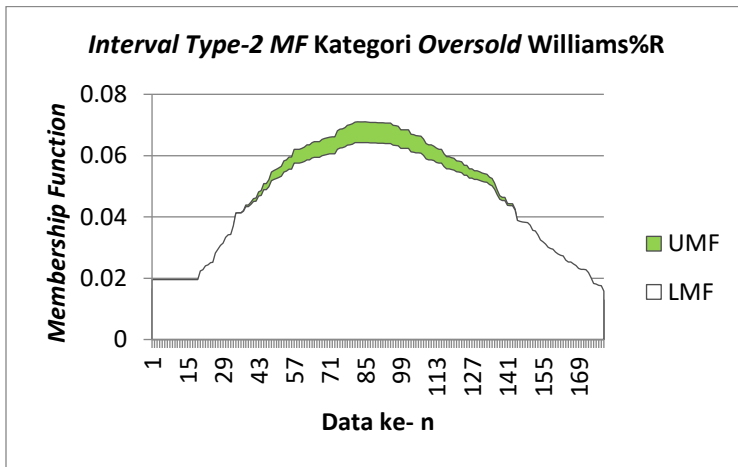


**Gambar 6.19** Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *High Volatility ATR*

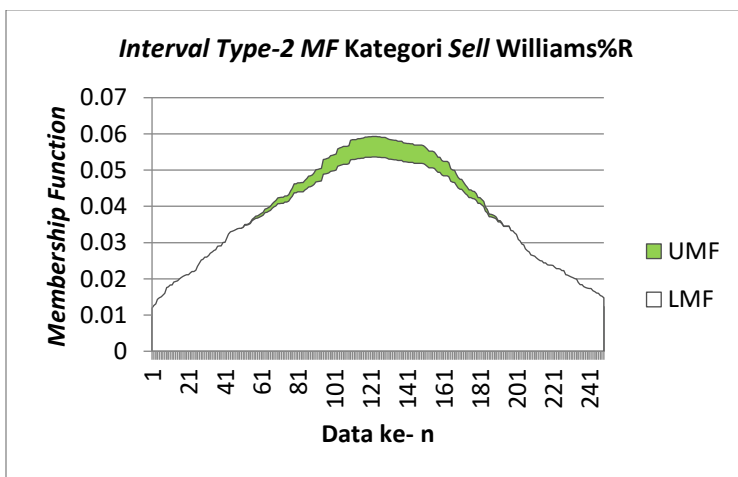
Variabel ATR terdiri dari dua kategori, yaitu *Low Volatility* dan *High Volatility*. Untuk kategori *low volatility*, nilai *mean* nya adalah 774.33 dan nilai standar deviasi 143.01 untuk UMF

dan 129.39 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *low volatility* ATR terdapat pada Gambar 6.18. Sedangkan untuk kategori *high volatility*, nilai *mean* nya adalah 1219.24 dan nilai standar deviasi 179.21 untuk UMF dan 162.14 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *high volatility* ATR terdapat pada Gambar 6.19.

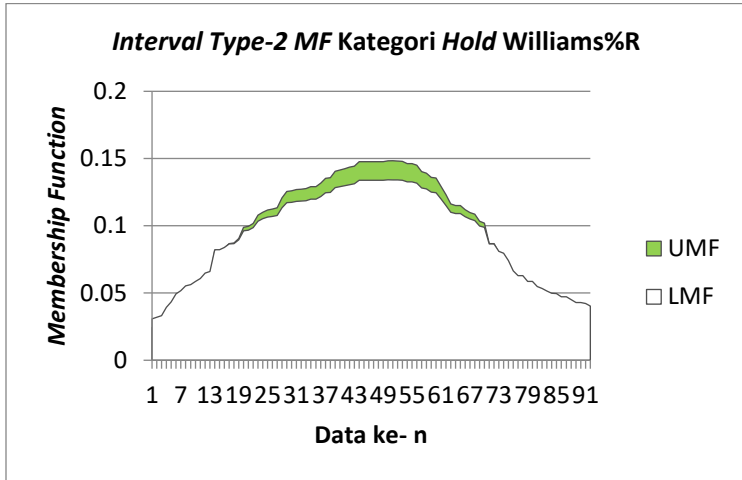
Variabel Williams%R terdiri dari lima kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Hold*, *Buy*, dan *Overbought*. Untuk kategori *oversold*, nilai *mean* nya adalah -90.41 dan nilai standar deviasi 6.21 untuk UMF dan 5.61 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *oversold* Williams%R terdapat pada Gambar 6.20. Sedangkan untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah -66.99 dan nilai standar deviasi 7.43 untuk UMF dan 6.72 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *sell* Williams%R terdapat pada Gambar 6.21. Untuk kategori *hold*, nilai *mean* nya adalah -49.74 dan nilai standar deviasi 2.97 untuk UMF dan 2.68 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *hold* Williams%R terdapat pada Gambar 6.22. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah -33.26 dan nilai standar deviasi 7.77 untuk UMF dan 7.03 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy* Williams%R terdapat pada Gambar 6.23. Terakhir untuk kategori *overbought*, nilai *mean* nya adalah -7.84 dan nilai standar deviasi 6.71 untuk UMF dan 6.07 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *overbought* Williams%R terdapat pada Gambar 6.24.



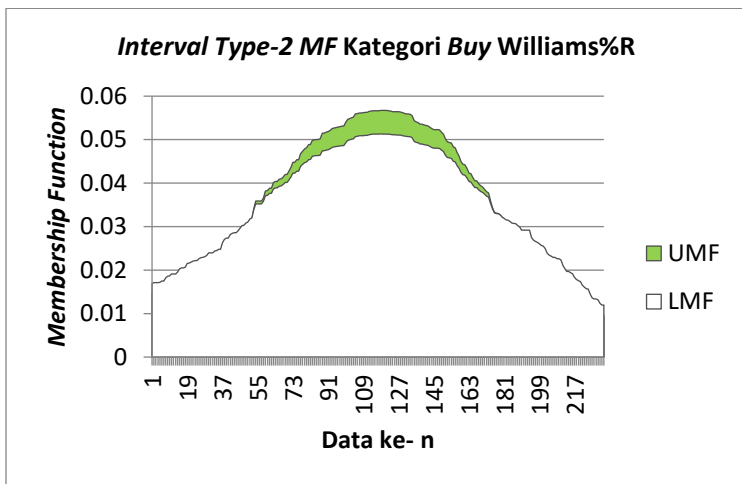
Gambar 6.20 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Oversold Williams%R*



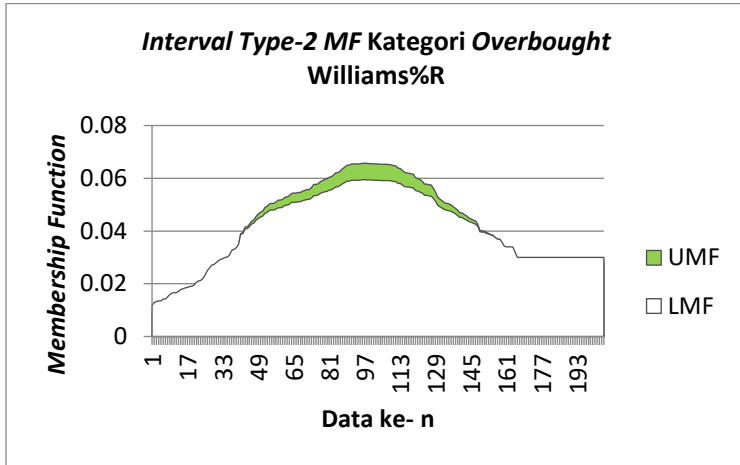
Gambar 6.21 Grafik *Interval Type-2 Fuzzy MF* untuk Kategori *Sell Williams%R*



**Gambar 6.22 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Hold Williams%R**

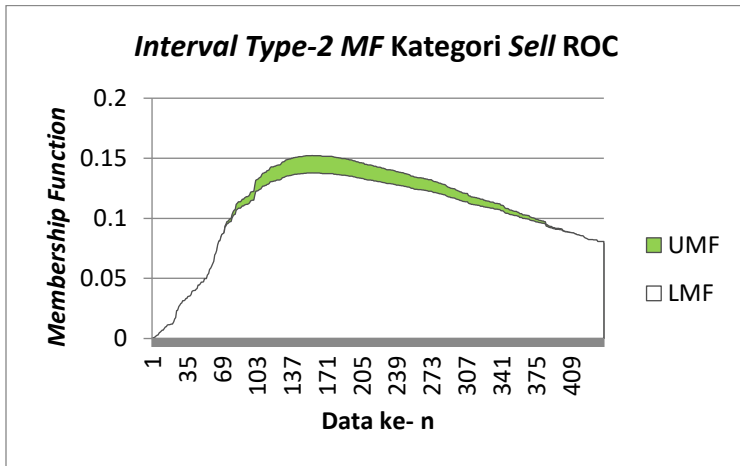


**Gambar 6.23 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Buy Williams%R**

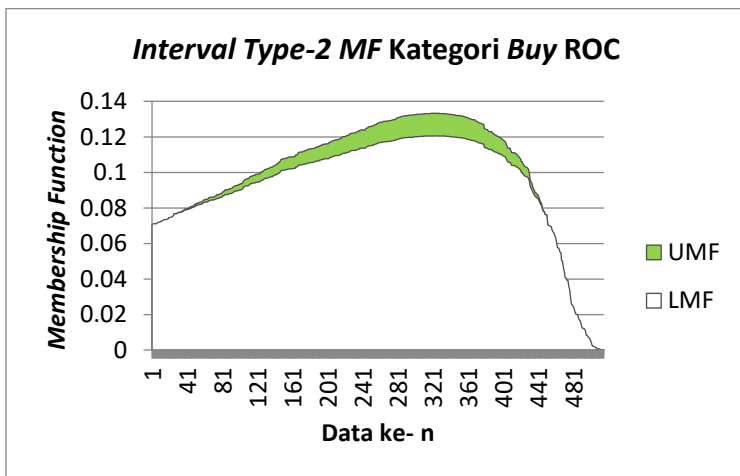


**Gambar 6.24 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Overbought Williams%R**

Variabel ROC terdiri dari empat kategori, yaitu *Oversold*, *Sell*, *Buy*, dan *Overbought*. Karena tidak ada data nilai ROC yang termasuk dalam kategori *oversold* dan *overbought*, maka tidak terjadi pembentukan *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kedua kategori tersebut. Sedangkan untuk kategori *sell*, nilai *mean* nya adalah -2.99 dan nilai standar deviasi 2.89 untuk UMF dan 2.61 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *sell* ROC terdapat pada Gambar 6.25. Sedangkan untuk kategori *buy*, nilai *mean* nya adalah 3.45 dan nilai standar deviasi 3.30 untuk UMF dan 2.99 untuk LMF. Gambar untuk grafik *interval type-2 fuzzy membership function* untuk kategori *buy* ROC terdapat pada Gambar 6.26.



**Gambar 6.25 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Sell ROC**



**Gambar 6.26 Grafik Interval Type-2 Fuzzy MF untuk Kategori Buy ROC**

## 6.2. Hasil Pembentukan Model *Type-2 Fuzzy Rule Base*

Berikut ini adalah pembahasan mengenai hasil dan pembahasan dari pemodelan, uji coba, serta validasi model menggunakan data *testing*.

### 6.2.1. Lingkungan Uji Coba Model *Type-2 Fuzzy Rule Base*

Lingkungan uji coba yang digunakan untuk implementasi penelitian tugas akhir ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dengan spesifikasi pada Tabel 6.1 dibawah ini :

**Tabel 6.1 Lingkungan Uji Coba Model *Type-2 Fuzzy Rule Base***

Perangkat Keras	Spesifikasi
Laptop	ASUS A455L
Prosesor	NVIDIA Intel Core i5
Memory	4 GB
Perangkat Lunak	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 7
Tools	Netbeans IDE 8.2

### 6.2.2. Parameter dan Skenario Uji Coba

Proses pengujian model dilakukan dengan beberapa skenario. Masing-masing skenario mempunyai perbedaan jenis model yang digunakan. Perbedaan model yang diuji terletak pada jumlah variabel yang digunakan, metode *type reducer*, dan pembobotan pada proses *defuzzification*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing perbedaan tersebut terhadap model yang dihasilkan. Dengan demikian, tahap ini mempunyai tujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh jumlah variabel, metode *type reducer*, dan pembobotan kategori *sell*, *hold*, dan *buy* pada proses *defuzzification* terhadap tingkat akurasi, presisi, dan *recall* dari model yang dihasilkan.
2. Mengetahui kombinasi jumlah variabel, metode *type reducer*, dan pembobotan pada proses *defuzzification* yang optimal untuk menghasilkan model terbaik.

Sebuah model dikatakan model terbaik apabila model tersebut mempunyai nilai akurasi yang paling tinggi, serta nilai presisi dan *recall* yang sebanding.

### 6.2.3. Hasil Uji Coba Model

Proses uji coba model dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Netbeans IDE 8.2. Proses uji coba dilakukan sebanyak 24 kali dengan kombinasi dua jenis jumlah variabel, dua jenis metode *type reducer*, dan enam kombinasi pembobotan pada proses *defuzzification*. Pada aspek jumlah variabel, kombinasi pertama ialah 14 variabel yang terdiri dari harga saham penutup, harga saham pembuka, harga saham tertinggi, harga saham terendah, nilai 9 indikator teknikal, dan label data sebagai variabel *output*. Sedangkan pada kombinasi kedua digunakan 11 variabel, yaitu harga saham penutup, nilai 9 indikator teknikal, dan label data sebagai variabel *output*. Perbedaan kedua kombinasi tersebut adalah penggunaan variabel harga saham pembuka, harga saham tertinggi, dan harga saham terendah. Ketiga variabel tersebut tidak digunakan pada kombinasi kedua dengan pertimbangan pada saat pembagian variabel ke dalam beberapa kategori, ketiga variabel tersebut hanya dikelompokkan ke dalam satu kategori. Sedangkan pada aspek metode *type reducer*, kombinasi pertama yang digunakan adalah metode *center-of-sets reduction* yang dikodekan dengan angka 1 pada Tabel 6.2. Kombinasi kedua yang digunakan pada aspek metode *type reducer* adalah *centroid reduction* yang dikodekan dengan angka 2 pada Tabel 6.2. Terakhir pada aspek pembobotan pada proses *defuzzification* terdapat enam kombinasi. Kombinasi pertama menggunakan pembobotan 10% untuk kategori *Sell*, 80% untuk kategori *Hold*, dan 10% untuk kategori *Buy*. Pembobotan ini digunakan pada proses *defuzzification*, apabila hasil dari proses klasifikasi sebuah data termasuk dalam rentang nilai 0 hingga 0.2, maka data tersebut akan dimasukkan ke dalam kategori *Sell*. Apabila hasil klasifikasi termasuk dalam rentang nilai 0.2 hingga 1.8, maka data tersebut akan diklasifikasikan ke dalam kategori



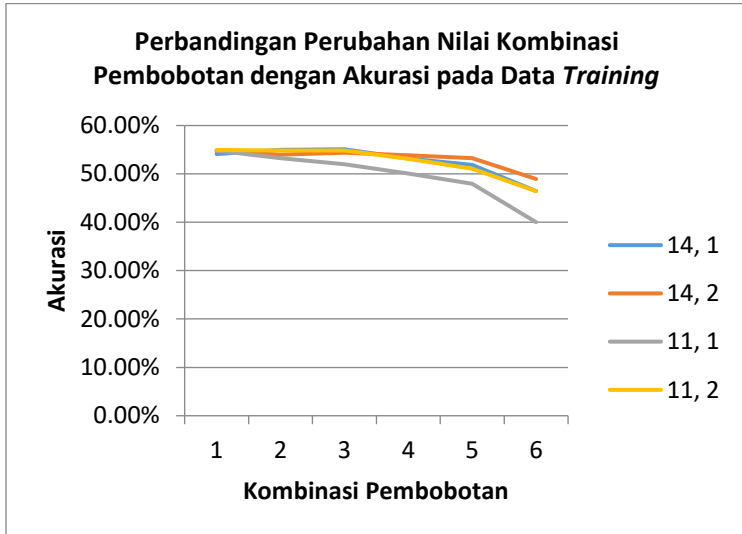
*Hold*. Apabila hasil klasifikasi berada dalam rentang 1.8 hingga 2, maka data akan diklasifikasikan dalam kategori *Buy*. Sedangkan pada kombinasi kedua, yaitu (0.2, 0.6, 0.2) maka rentang nilai untuk kategori *Sell* adalah 0 – 0.4, rentang nilai untuk kategori *Hold* adalah 0.4 – 1.6, dan rentang nilai untuk kategori *Buy* adalah 1.6 – 2. Untuk kombinasi ketiga, yaitu (0.25, 0.5, 0.25) maka rentang nilai untuk kategori *Sell* adalah 0 – 0.5, rentang nilai untuk kategori *Hold* adalah 0.5 – 1.5, dan rentang nilai untuk kategori *Buy* adalah 1.5 – 2. Pada kombinasi keempat, yaitu (0.3, 0.4, 0.3) maka rentang nilai untuk kategori *Sell* adalah 0 – 0.6, rentang nilai untuk kategori *Hold* adalah 0.6 – 1.4, dan rentang nilai untuk kategori *Buy* adalah 1.4 – 2. Sedangkan pada kombinasi kelima, yaitu (0.33, 0.33, 0.33) maka rentang nilai untuk kategori *Sell* adalah 0 – 0.67, rentang nilai untuk kategori *Hold* adalah 0.67 – 1.33, dan rentang nilai untuk kategori *Buy* adalah 1.33 – 2. Terakhir, untuk kombinasi keenam, yaitu (0.4, 0.2, 0.4) maka rentang nilai untuk kategori *Sell* adalah 0 – 0.8, rentang nilai untuk kategori *Hold* adalah 0.8 – 1.2, dan rentang nilai untuk kategori *Buy* adalah 1.2 – 2. Percobaan dilakukan dengan menggunakan data *training* dan data *testing* untuk validasi data. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 6.2 di bawah ini. Masing-masing uji coba dilakukan dengan nilai persentase keuntungan sebesar 5% dan persentase kerugian sebesar 5%.

**Tabel 6.2 Hasil Uji Coba Model Type-2 Fuzzy Rule Base**

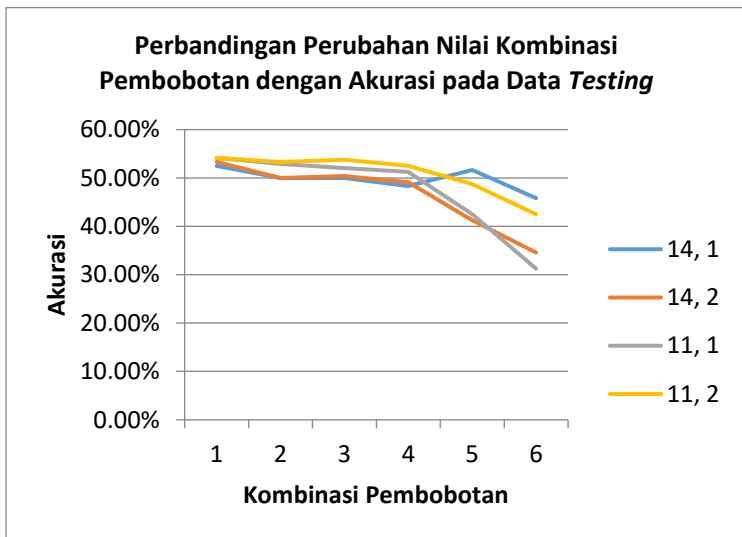
No	Jumlah variabel	Type Reducer	Pembobotan defuzzification	Akurasi	Presisi	Recall
1	14	1	0.1, 0.8, 0.1	55.04%	18.40%	33.30%
2	14	1	0.2, 0.6, 0.2	52.94%	30.30%	33.82%
3	14	1	0.25, 0.5, 0.25	52.10%	27.80%	33.72%
4	14	1	0.3, 0.4, 0.3	54.20%	31.00%	35.84%
5	14	1	0.33, 0.33, 0.33	55.46%	30.64%	37.39%
6	14	1	0.4, 0.2, 0.4	49.15%	25.55%	35.06%
7	14	2	0.1, 0.8, 0.1	55.04%	18.40%	33.30%
8	14	2	0.2, 0.6, 0.2	53.36%	18.34%	33.07%
9	14	2	0.25, 0.5, 0.25	52.94%	18.32%	33.01%

No	Jumlah variabel	Type Reducer	Pembobotan defuzzification	Akurasi	Presisi	Recall
10	14	2	0.3, 0.4, 0.3	52.52%	18.31%	32.90%
11	14	2	0.33, 0.33, 0.33	52.52%	28.63%	33.62%
12	14	2	0.4, 0.2, 0.4	52.10%	32.04%	34.98%
13	11	1	0.1, 0.8, 0.1	55.04%	18.40%	33.33%
14	11	1	0.2, 0.6, 0.2	53.36%	18.31%	32.95%
15	11	1	0.25, 0.5, 0.25	52.52%	18.28%	32.69%
16	11	1	0.3, 0.4, 0.3	52.10%	18.27%	32.63%
17	11	1	0.33, 0.33, 0.33	52.10%	18.29%	32.63%
18	11	1	0.4, 0.2, 0.4	51.68%	27.57%	33.41%
19	11	2	0.1, 0.8, 0.1	55.04%	18.40%	33.33%
20	11	2	0.2, 0.6, 0.2	55.04%	18.40%	33.33%
21	11	2	0.25, 0.5, 0.25	55.04%	18.41%	33.20%
22	11	2	0.3, 0.4, 0.3	54.62%	18.36%	33.01%
23	11	2	0.33, 0.33, 0.33	52.94%	18.32%	32.75%
24	11	2	0.4, 0.2, 0.4	52.10%	18.31%	32.56%

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan seperti yang terlihat pada Tabel 6.2 , dapat diketahui bahwa terdapat lima model yang mempunyai akurasi tertinggi, yaitu model ke 1, 7, 13, 19, dan 20. Model ini mempunyai nilai akurasi sebesar 55.16%. Sedangkan untuk model yang mempunyai nilai akurasi terendah adalah model yang menggunakan 14 variabel, metode *type reducer* yang digunakan adalah *center of sets type reduction*, dan pembobotan pada proses *defuzzification* sebesar 0.4, 0.2, 0.4 dengan akurasi 46.01%. Hal ini membuktikan bahwa jumlah variabel yang digunakan, metode *type reducer* yang digunakan, serta kombinasi pembobotan pada proses *defuzzification* berpengaruh terhadap nilai akurasi model.



**Gambar 6.27 Grafik Perbandingan Perubahan Nilai Kombinasi Pembobotan dengan Akurasi pada Data *Training***



**Gambar 6.28 Grafik Perbandingan Perubahan Nilai Kombinasi Pembobotan dengan Akurasi pada Data *Testing***

Dari Gambar 6.27 dan Gambar 6.28 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil pembobotan untuk kategori *Hold*, maka semakin kecil nilai akurasi. Hal ini ditunjukkan oleh ketika kombinasi pertama dimana pembobotan untuk kategori *Hold* adalah 0.8, nilai akurasi model merupakan yang tertinggi. Namun pada kombinasi kedua dimana pembobotan untuk kategori *Hold* adalah 0.2, nilai akurasi model merupakan yang terendah. Hal ini disebabkan karena banyaknya data yang mempunyai label asli *Hold*, yaitu sebanyak 525 data, sehingga semakin besar pembobotan untuk kategori *Hold*, maka semakin tinggi nilai akurasi model.

Tabel 6.3 di bawah ini menunjukkan rata-rata nilai akurasi yang dikelompokkan berdasarkan metode *type reducer* yang digunakan. Dari Tabel 6.3 dapat terlihat bahwa model yang menggunakan metode *centroid type reduction* mempunyai nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model yang menggunakan metode *center of sets type reduction*.

**Tabel 6.3 Rata-rata Nilai Akurasi Model Berdasarkan Jenis *Type Reducer***

<b>Metode <i>Type Reducer</i></b>	<b>Akurasi</b>	
	<b><i>Data Training</i></b>	<b><i>Data Testing</i></b>
<i>Center of sets type reduction</i>	53.46%	52.97%
<i>Centroid type reduction</i>	55.19%	53.61%

#### **6.2.4. Pemilihan Model Terbaik**

Dari hasil percobaan yang terdapat pada Tabel 6.2 dapat diketahui bahwa terdapat lima model yang mempunyai akurasi tertinggi, yaitu model 1, 7, 13, 19, 20. Dari hasil percobaan dapat diketahui bahwa kelima model tersebut mempunyai nilai presisi dan recall yang sama. Namun, nilai dan presisi *recall* dari kelima model tersebut tidak berimbang, dengan nilai presisi sebesar 18.40% dan nilai recall sebesar 33.30%. Sedangkan untuk model yang memiliki nilai presisi dan *recall*

yang paling seimbang adalah model 12, dengan nilai akurasi sebesar 54.05%, nilai presisi sebesar 32.04%, dan nilai *recall* sebesar 34.98%. Dengan perbedaan akurasi yang tidak terlalu jauh dengan model yang memiliki akurasi terbaik, dan nilai presisi serta *recall* yang seimbang, maka model terbaik adalah model 12. Dari model tersebut akan dilakukan beberapa skenario percobaan dengan mengubah nilai persentase keuntungan dan persentase kerugian yang digunakan. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter terhadap nilai akurasi data *training*, nilai akurasi data *testing*, nilai presisi pada masing-masing label, serta nilai *recall* pada masing-masing label. Percobaan ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai parameter terhadap jumlah *rule* yang dihasilkan. Terdapat lima skenario yang digunakan, yaitu yang pertama dengan menggunakan 5% sebagai masukan persentase keuntungan dan persentase kerugian yang kemudian akan disebut sebagai skenario (5,5). Skenario kedua menggunakan 5% sebagai masukan persentase keuntungan dan 10% sebagai masukan persentase kerugian yang kemudian disebut sebagai skenario (5,10). Sedangkan skenario ketiga menggunakan 10% sebagai masukan persentase keuntungan dan 5% sebagai masukan persentase kerugian yang kemudian disebut sebagai skenario (10,5). Untuk skenario keempat menggunakan 10% sebagai masukan persentase keuntungan dan 10% sebagai masukan persentase kerugian yang kemudian disebut sebagai skenario (10,10). Skenario kelima menggunakan 20% sebagai masukan persentase keuntungan dan 20% sebagai masukan persentase kerugian yang kemudian disebut sebagai skenario (20,20). Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 6.4 di bawah ini.

**Tabel 6.4 Hasil Uji Coba Model Terbaik**

	<b>(Profit, Loss)</b>				
	<b>(5,5)</b>	<b>(5,10)</b>	<b>(10,5)</b>	<b>(10,10)</b>	<b>(20,20)</b>
Akurasi Training	54.95%	61.07%	66.71%	64.17%	67.41%
Akurasi Testing	54.16%	49.57%	50.84%	77.31%	91%
Presisi Sell	0.00%	27.16%	0.00%	11.01%	3.46%
Presisi Hold	55.51%	68.19%	73.42%	87.07%	99.85%
Presisi Buy	40.62%	2.33%	26.73%	6.25%	0.00%
Presisi	32.04%	32.56%	33.38%	34.77%	34.43%
<i>Recall</i> Sell	0.00%	17.05%	0.00%	25.51%	90.00%
<i>Recall</i> Hold	97.13%	76.44%	78.48%	74.57%	73.21%
<i>Recall</i> Buy	7.83%	3.70%	34.94%	3.70%	0.00%
<i>Recall</i>	34.98%	32.39%	37.80%	34.59%	54.40%
Jumlah rule	17	21	29	25	5

Dari Tabel 6.4 dapat terlihat bahwa skenario (20,20) menghasilkan nilai akurasi tertinggi, namun nilai presisi dan *recall* kurang seimbang, yaitu sebesar 34.43% untuk presisi dan 54.40% untuk *recall*. Hal ini disebabkan oleh banyaknya data yang mempunyai label asli *Hold* seperti yang dapat dilihat pada *confusion matrix* pada Tabel 6.5 untuk *confusion matrix* data *training* dan Tabel 6.6 untuk *confusion matrix* data *testing* sehingga mengakibatkan jumlah data pada tiap kelas awal tidak seimbang.

**Tabel 6.5 Confusion Matrix Data *Training* untuk Skenario (20,20)**

<b>Prediksi Aktual</b>	Sell	Hold	Buy
Sell	6	228	0
Hold	1	474	0
Buy	0	0	0

**Tabel 6.6 Confusion Matrix Data *Testing* untuk Skenario (20,20)**

<b>Prediksi Aktual</b>	Sell	Hold	Buy
Sell	3	0	0
Hold	21	214	0
Buy	0	0	0

Berikut ini adalah *rule* yang dihasilkan untuk model 12 dengan skenario (20,20) terdapat pada Gambar 6.29.

IF HighPrice AND WeakADX AND SellMA THEN Sell  
 IF HighPrice THEN Hold  
 IF LowPrice THEN Hold  
 IF WeakADX THEN Hold  
 IF SellWilliamsR THEN Hold

**Gambar 6.29 Rule yang Dihasilkan dari Model 12 dan Skenario (20,20)**

Selain itu, dari Tabel 6.4 juga dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai akurasi seiring dengan meningkatnya nilai parameter yang dimasukkan. Hal ini disebabkan oleh hasil klasifikasi setiap data yang cenderung masuk ke dalam kelas *Hold* apabila dilihat dari rata-ratanya seperti yang terlihat pada Tabel 6.7. Oleh karena itu, semakin banyak data yang mempunyai label asli *Hold*, maka semakin banyak data yang diklasifikasikan ke dalam kelas *Hold* dengan benar. Hal ini selaras dengan percobaan parameter. Semakin tinggi nilai parameter yang dimasukkan, maka akan semakin tinggi jumlah data yang mempunyai label asli *Hold*. Maka dari itu, semakin tinggi nilai parameter yang dimasukkan, semakin tinggi nilai akurasi model.

**Tabel 6.7 Analisis Hasil Akurasi Model 12**

	(Profit, Loss)				
	(5,5)	(5,10)	(10,5)	(10,10)	(20,20)
Akurasi Training	54.95%	61.07%	66.71%	64.17%	67.41%
Akurasi Testing	54.16%	49.57%	50.84%	77.31%	91%
Rata-rata Hasil Klasifikasi	1.037	0.953	1.133	0.918	0.866
Jumlah Data dengan Label Awal <i>Sell</i>	258	258	98	98	10
Jumlah Data dengan Label Awal <i>Hold</i>	523	662	683	822	937
Jumlah Data dengan Label Awal <i>Buy</i>	166	27	166	27	0

Namun pada hasil uji coba akurasi model 12 terdapat anomali pada skenario (10,10) dan (20,20) dimana hasil akurasi untuk data *testing* lebih besar daripada nilai akurasi data *training*, yaitu pada skenario (10,10), nilai akurasi data *training* sebesar 64.17% dan nilai akurasi pada data *testing* sebesar 77.31%. Pada skenario (20,20), nilai akurasi data *training* sebesar 67.41% dan nilai akurasi data *testing* sebesar 91%. Untuk itu dilakukan beberapa percobaan dengan menggunakan *cross validation* untuk mengetahui penyebab dari anomali tersebut. Pada percobaan dengan *cross validation* terdapat empat skenario. Pertama, data dari masing-masing label akan dibagi ke dalam empat bagian. Pada skenario pertama, bagian pertama dari masing-masing label akan digunakan sebagai data *testing*. Pada skenario kedua, bagian kedua dari masing-masing label akan digunakan sebagai data *testing*. Pada skenario ketiga, data *testing* diambilkan dari bagian ketiga pada masing-masing label. Dan untuk skenario keempat, bagian keempat dari masing-masing label akan digunakan sebagai data *testing*. Hasil uji coba dengan skenario *cross validation* dapat dilihat pada Tabel 6.8.



Tabel 6.8 Hasil Uji Coba *Cross Validation*

Skenario	Nilai Akurasi	(Profit, Loss)				
		(5,5)	(5,10)	(10,5)	(10,10)	(20,20)
1	Data <i>Training</i>	54.4%	36.6%	66.4%	32%	38.8%
	Data <i>Testing</i>	43.4%	46.3%	43.4%	34.4%	50%
2	Data <i>Training</i>	47.3%	56.8%	65.1%	75.7%	45.4%
	Data <i>Testing</i>	45.3%	60.9%	62.1%	80.2%	25.7%
3	Data <i>Training</i>	53.3%	51.6%	64.9%	59.9%	62.3%
	Data <i>Testing</i>	47.8%	50%	63.9%	60.1%	57.6%
4	Data <i>Training</i>	54.9%	61.0%	66.7%	64.17	67.4%
	Data <i>Testing</i>	54.1%	49.5%	50.8%	77.3%	91%

Dari Tabel 6.8 dapat dilihat bahwa anomali nilai akurasi data *testing* lebih tinggi daripada nilai akurasi data *training* terjadi di setiap skenario. Pada skenario pertama, terjadi tiga kali anomali pada percobaan yang menggunakan parameter (5,10), (10,10), dan (20,20). Pada skenario kedua, terjadi dua kali anomali, yaitu pada percobaan yang menggunakan parameter (5,10) dan (10,10). Pada skenario ketiga anomali terjadi hanya pada percobaan yang menggunakan parameter (10,10). Sedangkan pada skenario keempat anomali terjadi dua kali, yaitu pada percobaan yang menggunakan parameter (10,10) dan (20,20). Karena anomali terjadi pada setiap skenario, maka pembagian data tidak mempengaruhi terjadinya anomali nilai akurasi data *testing* lebih tinggi daripada nilai akurasi data *training*.

### 6.2.5. Hasil Uji Coba Model dengan Data Harga Saham PT. Kalbe Farma

Proses uji coba model dengan data harga saham perusahaan lain digunakan untuk mengetahui apakah model terbaik yang telah dipilih juga cocok digunakan untuk mengklasifikasikan data harga saham perusahaan lain atau tidak. Dalam uji coba kali ini, data yang digunakan merupakan data harga saham PT. Kalbe Farma. Dengan melakukan uji coba menggunakan model 12 dan data harga saham PT. Kalbe Farma, hasil uji coba dapat dilihat pada Tabel 6.9.

**Tabel 6.9 Hasil Uji Coba PT. Kalbe Farma**

	(Profit, Loss)				
	(5,5)	(5,10)	(10,5)	(10,10)	(20,20)
Akurasi Training	54.01%	65.30%	66.94%	81.21%	37.85%
Akurasi Testing	54.85%	67.08%	63.02%	81.09%	38.22%
Presisi Sell	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.84%
Presisi Hold	55.30%	67.24%	67.87%	82.30%	100.00%
Presisi Buy	43.68%	0.00%	64.52%	7.14%	0.00%
Presisi	32.99%	22.41%	44.12%	29.81%	33.94%
<i>Recall</i> Sell	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
<i>Recall</i> Hold	95.77%	97.80%	95.42%	99.22%	37.26%
<i>Recall</i> Buy	15.20%	0.00%	8.00%	0.91%	0.00%
<i>Recall</i>	36.98%	32.59%	34.47%	33.37%	45.75%
Jumlah rule	25	29	22	20	4

Dari hasil uji coba pada Tabel 6.9 dapat diketahui bahwa hasil uji coba mempunyai pola yang sama dengan hasil uji coba pada data harga saham PT. Unilever pada Tabel 6.4, yaitu semakin besar persentase keuntungan yang diharapkan dan

semakin besar batas persentase kerugian yang dapat diterima, maka akurasi model akan meningkat. Namun terjadi anomali pada dengan skenario (20,20), dimana akurasi menurun drastis menjadi 37.85% untuk data *training* dan 38.22% untuk data *testing*. Hal ini dikarenakan banyak data yang mempunyai label asli *Hold*, namun pada hasil klasifikasi masuk dalam label *Sell* seperti yang tertera dalam *confusion matrix* untuk data *training* pada Tabel 6.10 dan *confusion matrix* untuk data *testing* pada Tabel 6.11.

**Tabel 6.10 Confusion Matrix Data Training Uji Coba PT. Kalbe Farma Skenario (20,20)**

<b>Prediksi</b> <b>Aktual</b>	Sell	Hold	Buy
Sell	8	0	0
Hold	440	260	0
Buy	0	0	0

**Tabel 6.11 Confusion Matrix Data Testing Uji Coba PT. Kalbe Farma Skenario (20,20)**

<b>Prediksi</b> <b>Aktual</b>	Sell	Hold	Buy
Sell	3	0	0
Hold	146	88	0
Buy	1	0	0

Dari *confusion matrix* tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 440 data *training* dengan label asli *Hold* namun diklasifikasikan dalam label *Sell* dan 146 data *testing* dengan label asli *Hold* namun diklasifikasikan dalam label *Sell*. Dari hasil uji coba dengan data harga saham PT. Kalbe Farma dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk data harga saham suatu perusahaan belum tentu menjadi model terbaik untuk data harga saham perusahaan lain.

### 6.3. Hasil Sistem Pendukung Keputusan

Berikut ini adalah pembahasan mengenai pengujian sistem pendukung keputusan yang dihasilkan dalam tugas akhir ini.

### 6.3.1. Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba yang digunakan untuk menguji sistem pendukung keputusan yang dihasilkan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dengan spesifikasi pada Tabel 6.12 dibawah ini :

**Tabel 6.12 Lingkungan Uji Coba Sistem Pendukung Keputusan**

<b>Perangkat Keras</b>	<b>Spesifikasi</b>
Laptop	ASUS A455L
Prosesor	NVIDIA Intel Core i5
Memory	4 GB
<b>Perangkat Lunak</b>	<b>Spesifikasi</b>
Sistem Operasi	Windows 7
Tools	Netbeans IDE 8.2 Microsoft Excel

### 6.3.2. Skenario Uji Coba

Pengujian sistem pendukung keputusan dilakukan dengan cara menjalankan skenario uji coba terhadap ketepatan data yang ditampilkan serta kesesuaian alur sistem terhadap perancangan. Uji coba dilakukan dengan tujuan :

1. Mengetahui kesesuaian alur sistem terhadap rancangan.
2. Mengetahui kesesuaian hasil rekomendasi pada sistem dengan model *Type-2 Fuzzy Rule Base*.

### 6.3.3. Hasil Pengujian Sistem Pendukung Keputusan

Skenario uji coba dilakukan dengan menampilkan hasil pengujian performa sistem pendukung keputusan untuk keputusan investasi saham adalah sebagai berikut :

1. Percobaan alur dengan memasukkan *input* berupa tanggal yang akan digunakan, persentase keuntungan, dan persentase kerugian pada sistem.

Sistem Pendukung Keputusan Investasi Saham		
Pilih tanggal	:	01 Agustus 2018
Persentase keuntungan yang diharapkan	:	5
Batas persentase kerugian	:	5
Munculkan Rekomendasi		
Hold		
RSI	:	64.94
MACD	:	-615.75
MA	:	44355.33
ADX	:	17.77
ATR	:	1002.57
DI+	:	0
DI-	:	9.26
Will%R	:	-55.85
ROC	:	-2.24

**Gambar 6.30 Tampilan Sistem Pendukung Keputusan**

Berdasarkan Gambar 6.30 dapat dilihat bahwa sistem telah mampu menerima *input* dari pengguna dan dapat menampilkan hasil rekomendasi keputusan serta informasi lain yang dibutuhkan.

2. Perbandingan hasil rekomendasi keputusan pada sistem dengan hasil model *Type-2 Fuzzy System*. Berdasarkan Gambar 6.30 menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan mampu menghasilkan rekomendasi keputusan yang sesuai dengan model *Type-2 Fuzzy Rule Based*, yaitu Hold.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian yang lebih baik.

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pada tugas akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode Type-2 Fuzzy Rule Based System dapat digunakan untuk menghasilkan rekomendasi keputusan investasi saham.
2. Berdasarkan pengujian, kombinasi jumlah variabel, metode type reducer, dan pembobotan pada proses defuzzification dapat mempengaruhi nilai akurasi model.
3. Model terbaik yang dipilih merupakan model dengan kombinasi jumlah variabel yang digunakan sebanyak 14 variabel, metode type reducer yang digunakan adalah centroid type reduction, dan pembobotan yang digunakan pada proses defuzzification adalah 0,4 untuk kelas Sell, 0,2 untuk kelas Hold, dan 0,4 untuk kelas Buy. Nilai akurasi yang dihasilkan dari model tersebut adalah 54.0%, dengan nilai presisi sebesar 32.0% dan nilai recall sebesar 34.9%.
4. Nilai performa klasifikasi model dirasa kurang optimal, hal ini disebabkan oleh tidak seimbangnya jumlah data dalam satu kelas.
5. Sistem pendukung keputusan yang dibuat untuk penentuan keputusan investasi saham dengan bahasa pemrograman Java telah mampu memenuhi kebutuhan sistem dengan baik.

## **7.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian pada tugas akhir ini, maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengolahan data yang digunakan agar jumlah data dalam setiap kelas seimbang.
2. Melakukan pemilihan variabel yang paling berpengaruh untuk digunakan dalam model sehingga dapat meningkatkan akurasi model.
3. Menggunakan metode lain yang mempunyai performa lebih baik dalam menghasilkan rekomendasi keputusan untuk investasi saham.
4. Menggunakan database yang terintegrasi dengan internet untuk penyimpanan data agar sistem dapat digunakan pada komputer yang berbeda tanpa harus tergantung dengan lokasi data.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Otoritas Jasa Keuangan. Pasar Modal. [Online].  
<https://www.ojk.go.id/sustainable-finance/id/tentang/Pages/Pasar-Modal.aspx>
- [2] IDX. IDX - Yuk Nabung Saham. [Online].  
<http://yuknabungsaham.idx.co.id/sekilas-saham-detail>
- [3] Tito Bosnia. (2018, August) CNBC Indonesia. [Online].  
<https://www.cnbcindonesia.com/market/20180810103252-17-27946/akhir-juli-jumlah-investor-tercatat-di-ksei-tembus-136-juta>
- [4] M.H. Fazel Zarandi, B. Rezaee, I.B. Turksen, and E. Neshat, "A Type-2 Fuzzy Rule-Based Expert System Model for Stock Price Analysis," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, pp. 139–154, 2009.
- [5] Pei-Chann Chang and Chen-Hao Liu, "A TSK Type Fuzzy Rule Based System for Stock Price Prediction," *Expert Systems with Applications*, vol. 34, pp. 135–144, 2008.
- [6] Arif Surahman, "Prediksi Potensi Perkembangan Penyakit Tropis Berdasarkan Cuaca dengan Metode Rule Based System," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Undergraduation Thesis 2010.
- [7] Ajinkya M. Vaidya, Nikunj Kumar H. Waghela, and Sneha S. Yewale, "Decision Support System for the Stock Market using Data Analytics and Artificial Intelligence," *International Journal of Computer Applications*, vol. 117, no. 8, pp. 21-28, May 2015.
- [8] Jorg Gottschlich O. H., "A decision support system for stock investment recommendations using collective wisdom ," *Decision Support System*, vol. 59, pp. 52-62, 2013.
- [9] Christian Wagner, "Juzzy – A Java based Toolkit for Type-2 Fuzzy Logic," in *Proceedings of the IEEE Symposium Series on Computational Intelligence*, Singapore, 2013, pp. 45-52.

- [10] Suwono Kusuma, *I Wanna be a Richer*, Rayendra L. Toruan, Ed. Jakarta, Indonesia: PT Elex Media Komputindo, 2012.
- [11] Parth Shah, "Automated Stock Market Trading System," INSTITUTE OF TECHNOLOGY NIRMA UNIVERSITY, Ahmedabad, Master Thesis 2015.
- [12] Adrian Țăran-Moroșan, "The Relative Strength Index Revisited ," *African Journal of Business Management* , vol. 5, no. 14, pp. 5855-5862, July 2011.
- [13] Sharon Yamanaka, "Average True Range," *Stocks & Commodities*, vol. 20, no. 3, pp. 76-79, 2012.
- [14] Investopedia. Investopedia. [Online].  
<https://www.investopedia.com/terms/w/williamsr.asp>
- [15] Investopedia. (2018) Investopedia. [Online].  
<https://www.investopedia.com/terms/p/pricerateofchange.asp>
- [16] Investopedia. (2018) Investopedia. [Online].  
<https://www.investopedia.com/articles/trading/07/adx-trend-indicator.asp>
- [17] George M. Marakas, *Decision Support Systems in the 21st Century, 2nd Edition.*: Prentice-Hall, 2003.
- [18] James P. Ignizio, *Introduction to Expert System: The Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems*, Eric M. Munson and Jack Maisel, Eds. United States of America: McGraw-Hill, 1991.
- [19] Han Liu, Mihaela Cocea, and Alexander Gegov, *Rule Based Systems for Big Data: A Machine Learning Approach*, 1st ed.: Springer, 2016.
- [20] T.V. Avdeenko and E.S. Makarova, "Integration of Case-Based and Rule-Based Reasoning Through Fuzzy ," in *XIIIth International Symposium «Intelligent Systems»*, Moscow, 2017, pp. 447-453.
- [21] Qilian Liang and Jerry M. Mendel, "Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems: Theory and Design," *IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS*, vol. 8, no. 5, pp. 535-550, October 2000.

- [22] S. Musikasuwan and J.M. Garibaldi, "Exploring Gaussian and Triangular Primary Membership Functions in Non-Stationary Fuzzy Sets".
- [23] Nilesh N. Karnik and Jerry M. Mendel, "Introduction to Type-2 Fuzzy Logic Systems," 1998.
- [24] Jens Hühn and Eyke Hüllermeier, "FURIA: An Algorithm For Unordered Fuzzy Rule Induction," *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 19, no. 3, pp. 293-319, April 2009.
- [25] Jiawei Han, Micheline Kamber, and Jian Pei, *Data Mining Concepts and Techniques*, 3rd ed. Massachusetts, United States of America: Elsevier, 2012.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 3 Agustus 1997, dengan nama lengkap Nisrina Fadhilah Fano. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis yaitu SD Al Hikmah Surabaya, SMP Al Hikmah Surabaya, SMA Al Hikmah Surabaya, dan akhirnya menjadi salah satu mahasiswa Sistem Informasi angkatan 2015 melalui jalur SNMPTN dengan NRP 05211540000057.

Selama kuliah penulis bergabung dalam acara kepanitiaan tingkat jurusan maupun institut, yaitu dalam acara *big event* milik Departemen Sistem Informasi yaitu ISE! pada tahun 2016 dan 2017, serta salah satu acara *big event* di ITS yaitu Gerigi ITS pada tahun 2016.

Di luar perkuliahan, penulis juga telah lulus dalam sertifikasi IC3 bidang *Living Online*. Selain itu penulis juga telah mengikuti beberapa pelatihan seperti LKMM TD XVIII HMSI pada tahun 2016, mengikuti training SAP, serta training Java Fundamental dari Oracle Academy. Penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis. Penulis dapat dihubungi melalui email [nisrina.fano@gmail.com](mailto:nisrina.fano@gmail.com).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **LAMPIRAN A DATA MENTAH**

Pada Lampiran A ini ditampilkan data harga saham dari PT. Unilever dan PT. Kalbe Farma pada periode bulan Agustus 2014 hingga Agustus 2018 dengan rentang waktu harian. Lampiran A terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Data harga saham PT. Unilever
2. Data Harga Saham PT. Kalbe Farma
3. Data Hasil Peramalan Harga Saham PT. Unilever

Data mentah yang lengkap dapat diakses melalui link <https://goo.gl/mq68jP> atau menggunakan QR Code berikut :



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **LAMPIRAN B**

### **DATA INDIKATOR TEKNIKAL SAHAM**

Pada Lampiran B ini ditampilkan data indikator teknikal saham dari PT. Unilever dan PT. Kalbe Farma pada periode bulan Agustus 2014 hingga Agustus 2018 dengan rentang waktu harian yang digunakan sebagai masukan dalam pembuatan dan *testing* model sistem pendukung keputusan. Lampiran B terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Data Indikator Teknikal Saham PT. Unilever
2. Data Indikator Teknikal Saham PT. Kalbe Farma
3. Tabel Rumus Indikator Teknikal Saham

Data nilai indikator teknikal saham yang lengkap dapat diakses melalui link <https://goo.gl/xg5rZ3> atau menggunakan QR Code berikut :



B - 2

Sedangkan untuk tabel rumus indikator teknikal saham dapat diakses melalui link <https://goo.gl/ZQn2dw> atau menggunakan QR Code berikut :



## **LAMPIRAN C**

### **HASIL KLASIFIKASI MODEL TERBAIK**

Pada lampiran C ini ditampilkan data hasil klasifikasi dengan menggunakan model terbaik yang dipilih. Klasifikasi dilakukan pada data harga saham PT. Unilever dan PT. Kalbe Farma. Data hasil klasifikasi menggunakan model terbaik yang lengkap dapat diakses melalui link <https://goo.gl/vkU2J3> atau menggunakan QR Code berikut :





*Halaman ini sengaja dikosongkan*